


1

ENCYCLOPÉDIE-RORET.

FORGERON

MARÉCHAL,

SERRURIER, TAILLANDIER.



PARIS.

LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,
RUE HAUTEFEUILLE, N° 12.



II

ENCYCLOPÉDIE-RORET.

FORGERON.

AVIS.

Le mérite des ouvrages de l'*Encyclopédie-Roret* leur a valu les honneurs de la traduction, de l'imitation et de la contrefaçon. Pour distinguer ce volume, il porte la signature de l'Editeur.

Roret

MANUELS-RORET.

NOUVEAU MANUEL COMPLET

DU

FORGERON

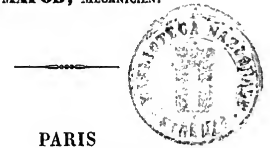
MARÉCHAL, SERRURIER, TAILLANDIER

etc.,

RENFERMANT

Des Notions étendues sur la connaissance du fer, de l'acier et des divers charbons; des Modèles de forges volantes, de soufflets cylindriques et de ventilateurs, et pouvant servir de **Manuel complet** du **Fabricant** de **Soufflets** et de Machines soufflantes.

Par **MAPOD**, Mécanicien.



PARIS

A LA LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,

RUE HAUTEFEUILLE, 12.

1853.

PRÉFACE.

Si ce livre n'avait pas été journellement demandé, nous n'aurions jamais pensé de nous-même à l'écrire, pénétré que nous sommes de cette vérité que ce n'est pas avec un livre qu'on apprendra jamais à forger. Le proverbe l'a dit :

. . . . *Et ce n'est qu'en forgeant qu'on devient forgeron.*

Assurément cette souplesse, cette adresse de la main gauche, cette sûreté de coup-d'œil, cette résolution prompte, ce tact particulier, toutes ces qualités qui font le bon forgeron,

sont, ou des dons naturels ou le résultat de la longue étude, de l'exercice de tous les jours, de l'expérience, de l'habitude, qui permet de faire posément un acte qui exige de la promptitude : les leçons écrites n'y peuvent rien, ou du moins pas grand'chose. Et pourtant, les demandes réitérées d'un ouvrage sur la forge prouvaient quelque chose. En y réfléchissant bien, nous avons compris que dans le forgeron il y a deux hommes, l'homme pratique et l'homme instruit; que l'homme seulement pratique devait, dans beaucoup de circonstances, céder le pas à l'homme instruit et pratique, et que l'homme seulement instruit pouvait venir en aide à l'homme seulement pratique, lorsque, tous deux, ils se trouvaient appelés à concourir simultanément à la même œuvre. En fouillant dans nos souvenirs nous nous sommes rappelé ce serrurier breton qui nous disait : « Pendant vingt ans je ne pouvais qu'avec beaucoup de peine *joindre ensemble les deux bouts* dans mon chétif établissement, et je n'ai commencé à prospérer et à amasser ce que je possède qu'à partir du jour où j'ai pris chez moi ce bon vieil ouvrier qui ne m'a jamais quitté, moi qui changeais si souvent de monde. L'aisance est entrée chez moi avec ce brave homme qui, je l'espère, restera toujours avec moi. Dès son arrivée, il a tout changé : ma forge, mes soufflets, il a choisi d'autre charbon; il a tout refait : pinces, étaux, cisailles; il m'a fait connaître ce que j'ignorais, ce qu'il avait appris dans ses longs voyages. Depuis lui, l'ouvrage nous fondait dans les mains, on faisait chez moi

en trois jours ce qui en demandait huit avant, et l'on faisait mieux et l'on fournissait de meilleure marchandise, car il m'avait appris à connaître le bon fer et les endroits d'où on le tire, et la manière de le traiter. Avec cet ouvrier instruit j'ai pu faire meilleur et à meilleur marché que mes confrères. La pratique m'est venue en foule, j'ai agrandi mon établissement, j'ai pris du monde, et si je suis maintenant propriétaire et gros entrepreneur, c'est à l'instruction de mon ouvrier-vétéran que je dois ce bien-être; aussi a-t-il ses invalides dans ma maison et y est-il autant maître que moi. » Nous nous sommes dit : ne pourrions-nous pas épargner les voyages à l'ouvrier? les voyages qui ont un bon côté, mais qui en ont trois ou quatre mauvais. Le bon côté, c'est l'instruction. Or, l'instruction, un livre consciencieux, fait par un homme qui a beaucoup voyagé et beaucoup vu, peut la donner. Ce livre pourra tenir lieu de voyages et faire plus : il pourra donner le résultat des expériences des savants et des hommes riches qui peuvent dépenser du temps et de l'argent, choses qu'un ouvrier, eût-il fait plusieurs tours de France et même le tour de l'Europe, ne saurait rencontrer dans ses pérégrinations. Nous avons donc fait ce livre qui n'affranchira pas de l'obligation de pratiquer, de beaucoup pratiquer, mais qui renfermera les choses importantes à connaître pour celui qui veut devenir homme pratique et homme instruit à la fois, et pour celui qui devant par son âge ou sa position renoncer à devenir homme pratique voudra toujours être homme instruit;

afin de pouvoir reconnaître, apprécier et même diriger les hommes pratiques qu'il appellera à travailler sous ses ordres. Nous espérons que ce petit livre, nouveau puisqu'il est le premier qui ait porté son titre, pourra être utile, ne fût-ce qu'à mettre sur la voie d'autres écrivains capables de faire mieux. Beaucoup de manuels, faibles lors de leur apparition, sont devenus de bons livres lorsque des éditions successives y ont apporté des augmentations et des améliorations.





NOUVEAU MANUEL COMPLET

DU

FORGERON.

PREMIÈRE PARTIE.

DISTRIBUTION DE L'ATELIER.

Le choix de l'emplacement et de la disposition de l'atelier ne dépendent pas toujours de la volonté de celui qui veut établir son atelier : l'ouvrier loue une boutique, il est contraint de la prendre comme on la lui donne, et de faire ses dispositions de manière à être gêné le moins possible. L'habitant de la ville qui est forcé par des circonstances quelconques à s'établir dans des étages élevés, peut encore, par des moyens que nous lui indiquerons, établir ses enclumes de telle sorte que la pesanteur des coups de marteau ne causera aucun ébranlement au plancher. Nous parlerons d'abord dans la supposition où un amateur pourra disposer d'un local et choisira dans sa maison l'emplacement convenable.

J'ai longtemps admiré les précautions prises par un vieil amateur, possesseur d'une belle fortune dont il savait faire le plus noble emploi. Il joignait aux douces jouissances du cœur, que procure la bienfaisance, celles qui raniment le corps et entretiennent la santé jusque dans le déclin de la vie. Toujours

gai et dispos, il aimait, il cultivait les beaux-arts et les arts mécaniques. Il ne ressentait aucun des maux que la vieillesse amène ordinairement; plus calme que dans sa jeunesse, il goûtait mieux les plaisirs tranquilles auxquels il s'adonnait. Il ne vivait plus depuis longtemps pour l'amour; l'ambition qui agite les hommes n'obtenait de lui qu'un sourire de pitié. Le monde me fuyait, me disait-il souvent, je n'avais plus de pouvoir, plus de crédit, les puissances du jour s'étaient renouvelées; j'ai quitté le monde, je me suis enfermé chez moi, je me suis fait un univers qui suffit à ma vie morale. J'ai rappelé les talents que j'avais cultivés dans ma jeunesse. Voyez ce belvédère qui domine ma maison, c'est là que je passe des heures, la palette à la main... je *croutine*, il est vrai, mais les teintes que je devine, ou dont je me rappelle, ont un attrait charmant pour mes yeux affaiblis... je râcle mon violon dans cet autre endroit... La nuit, j'observe le ciel à l'aide de ce télescope que vous voyez braqué sur mon toit... Ce jardin qui récrée votre vue, c'est moi qui le cultive en grande partie... ces conduits pour les eaux, ces treillages, ces berceaux, je les ai façonnés moi-mêmes. Et comme je lui témoignais mon étonnement : Venez voir, me dit-il, comment j'ai su m'y prendre pour me rendre ce travail facile : venez voir mon lieu de plaisance, mon gymnase, le lieu où je passe les plus doux moments. Il me conduisit au nord de son jardin dans un endroit environné d'arbres touffus qui en dérobaient la vue ; là je vis la boutique du menuisier et du treillageur ; à côté, était la forge, et au-dessus, l'atelier du tourneur. Un seul objet doit nous occuper : c'est la forge modèle qu'avait construite notre amateur ; c'est d'elle seule dont je donnerai la description à mes lecteurs.

Elle différait des forges ordinaires en ce qu'elle était construite au milieu de l'atelier; la partie inférieure faite en briques et de forme circulaire s'élevait sur un soubassement

fait avec de larges pierres carrées à demi-noyées dans le sol. On avait réservé dans ce bâtis de briques une espèce de four destiné à contenir le charbon, les outils, les pinces, les broches et autres ustensiles. Le bâtis circulaire en briques était couronné par un vaste tablier en tôle forte, renforcée sur ses bords relevés d'une tringle de fer circulaire, sur laquelle était repliée la tôle. Ce tablier dépassant le bâtis de 3 décimètres environ était supporté par des poteaux en fer forgé, scellés dans le corps du bâtis.

Au centre du tablier s'élevait de $0^{m},25$ (9 à 10 pouces) le contre-foyer bâti en briques à plat, servant d'appui aux deux foyers opposés. Le garde-fumée que l'on nomme le ventail ou vulgairement la *hotte*, affectait la forme d'un vaste entonnoir de tôle renversé, se terminant par un tuyau coudé qui faisait passer au dehors la fumée et la vapeur du charbon. Deux soufflets de dimension moyenne alimentaient les deux foyers. Cette forge avait cela de commode qu'on pouvait tourner tout autour et forger deux personnes à la fois sans risque de se rencontrer et de se gêner l'un l'autre; mais c'est particulièrement sous le rapport de l'élégance qu'elle attira mon attention.

La figure d'ensemble 1re représente cette forge.

A est le soubassement, B le bâtis qu'on peut faire rond ou octogone, C le tablier de tôle, il doit faire la cuvette et relever de 27 à 54 millimètres (1 à 2 pouces) par le bord, afin de contenir le fraisil. D est le contre-foyer dans l'intérieur duquel sont placées les tuyères et l'extrémité des tuyaux conducteurs du vent. E est la hotte, elle peut être suspendue au plafond par des tringles, ou bien appuyée par des supports scellés en terre. Cette hotte peut être faite en plâtre comme les ventaux de cheminées, on la ferait alors carrée. F. est le gros tuyau qui reçoit la fumée et la conduit dehors. G sont les branloires opérant levier et faisant mouvoir les soufflets

qui sont supportés par les deux traverses H scellées dans le plafond.

Cette disposition de la forge est peu usitée, on place plus ordinairement les foyers adossés contre un gros mur au-dessous d'un corps de cheminée dans lequel s'enlève la fumée. Dans tous les cas, lorsqu'on pourra choisir, il faudra faire en sorte d'avoir le jour en face ou à droite, afin qu'il puisse éclairer la pièce qu'on forge. L'endroit où est placé l'enclume doit être solide, et l'on doit éviter de la placer au-dessus de la voûte d'une cave; la même observation doit s'appliquer au scellement du billot qui soutient l'étau à chaud: il doit être situé près de la forge, afin qu'on puisse y placer sans retard le fer qu'il est destiné à maintenir.

L'établi des limeurs sera placé devant la fenêtre et fixé dans le mur avec des scellements.—Nous reviendrons sur la disposition de l'atelier en parlant des ustensiles qui le garnissent.

Principaux outils et usteusiles :

1° Une forge et ses accessoires;
2° Une enclume, une bigorne;
3° Des marteaux de différentes grandeurs;
4° Des pinces à forger — des calibres;
5° Broches pour attiser le feu — tisonniers;
6° Une main de fer pour prendre le charbon;
7° Un baquet plein d'eau et un balai;
8° Diverses étampes, une cloutière;
9° Un gros étau destiné à la forge;
10° Un établi de serrurier;
11° Un étau à limer;
12° Un étau à main;
13° Une pince à chanfreiner;
14° Des limes;
15° Des filières avec leurs tarauds et leurs tourne-à-gauche;
16° Une scie à refendre et à dossière;

17° Des burins.
18° Un vilebrequin avec ses mèches et tourne-vis ;
19° Un étrier;
20° Des forets, porte-forets, consciences, etc.;
21° Des creusets et boîte à tremper;
22° Une clef anglaise et à goujon.

LA FORGE.

La forge se compose de deux parties distinctes, le bâtis et le soufflet, nous commencerons par le bâtis.

§ 1er. BATIS DE LA FORGE.

Ce qui vient d'être dit sur la manière dont le vieil amateur avait construit sa forge ne saurait suffire à la plupart des lecteurs, et nous devons entrer dans de plus amples détails. On voit quelques forges dont les bâtis sont en bois sans qu'il en résulte d'inconvénients ; je ne conseille pourtant pas cette économie. La chaleur du feu fait resserrer les bois qui se disjoignent, et la forge ne dure pas aussi longtemps. Le bâtis doit être en fer : lors donc que, par la forme qu'on voudra donner à une forge, on jugera nécessaire de faire un bâtis, mon avis est qu'on devra l'établir en métal; mais dans les forges où l'on ne fait point de bâtis, on construit le plein du foyer en briques assemblées avec du plâtre, ou bien avec de la chaux et du ciment. Beaucoup de forgerons ne construisent pas tout leur bâtis en briques; ils se contentent d'en renforcer les coins et d'en garnir le cintre, remplissant l'intérieur avec des gravois, du plâtre ou de la terre à poêle. Les briques se posent à plat et l'on suit pour leur superposition l'ordre indiqué dans la fig. 2, représentant le plan d'une forge ordinaire. Les deux rangées de briques A A indiquent les assises de la voûte, et les lignes ponctuées, les briques de la seconde



rangée. Dans ce cas il faut couper une brique en deux pour mettre à l'aplomb par devant, à moins qu'on ne veuille laisser passer des demi-briques, ce que je ne conseille pas encore, bien que j'aie vu un forgeron, qui avait construit son bâtis de la sorte, prétendant que les interstices des briques lui servaient à déposer une infinité d'objets qu'il n'aurait su où placer sans cela. On peut aussi ajouter des briques en travers et en retour d'équerre, ce qui fait très-bien et consolide le devant.

A mesure que les briques s'empileront, en suivant toujours l'ordre marqué dans le plan, fig. 2, et en alternant, on remplira l'espace vide B avec de la terre glaise faiblement délayée dans laquelle on mêlera des pierres, des gravois et plâtras, en ayant soin d'égaliser autant que possible les faces extérieures *ccc*, que l'on peut enduire de plâtre à l'extérieur en le supportant avec des planches placées verticalement que l'on ôte ensuite lorsque le plâtre est pris. Pour former le cintre on se servira de demi-cercles sur lesquels on posera quelques lattes qu'on aura soin de retirer à mesure que la voûte s'arrondira. Cette voûte faite en briques et en plâtre étant terminée, ainsi que l'indique l'élévation, fig. 3, on la recouvrira de mortier jusqu'à la hauteur des piles, et l'on posera un lit de briques sur le tout. Quelques personnes consolident ce couronnement par une bande de fer scellée dans le gros mur aux points D D, fig. 2.

C'est ainsi que se fait le bâtis de la forge. L'arcade que l'on voit dans l'élévation, fig. 3, sert à contenir une certaine provision de charbon de terre; et si l'on veut, ainsi que la figure le représente, le baquet ou l'auge en pierre dans lesquels on met l'eau nécessaire aux besoins de la forge.

Si cependant la forge était destinée à servir souvent et à être fortement chauffée, il ne serait pas prudent de mettre du combustible sous cette arcade. Dans ce cas on perce la paillasse (le recouvrement du bâtis), près le contre-foyer, d'un trou assez

grand pour livrer passage au mâchefer qu'on extrait du feu avec le tisonnier, et qu'on fait tomber par ce trou dans le fond de l'arcade où il s'amasse jusqu'à ce qu'il soit nécessaire de l'en ôter. Les serruriers ont toujours soin de pratiquer ce trou.

Lorsque le bâtis principal est construit on s'occupe du contre-foyer, c'est un massif en briques qui s'élève de 3 décimètres (10 ou 12 pouces) au-dessus du niveau du recouvrement du bâtis et est appuyé contre le mur. C'est dans ce massif qu'on place la tuyère dont il va être question, ainsi que le tuyau conducteur du vent. On fait en sorte que les briques présentent le bout au feu, parce qu'alors elles durent bien plus longtemps que lorsqu'elles présentent le flanc, situation dans laquelle elles sont sujettes à se fendre par l'effet de la grande chaleur.

La tuyère est un massif carré-long en fonte que l'on achète chez les marchands de fonte. Elle est percée dans le sens de la longueur du carré, d'un trou conique. La plus grande des deux extrémités de ce trou reçoit le bout du canon du soufflet ; la base la plus petite se place par devant au niveau et dans le bas du massif en briques formant le contre-foyer. On fait depuis quelque temps des tuyères portant à leur partie antérieure une large planche de fonte, recouvrant tout le devant du contre-foyer. Ces plaques dont la figure 6 offre la représentation sont d'un fort-bon usage. Elles garantissent les briques en recevant la plus grande force du feu.

Ces tuyères sont fort commodes lorsqu'on ne fait pas un usage journalier de la forge. Dans le cas contraire, il faut mieux faire l'acquisition de la plaque représentée fig. 77. On place une des échancrures à cheval sur le bout du canon du soufflet. Lorsque le feu a détérioré la fonte, on change d'échancrure; puis lorsque les quatre sont brûlées, on retourne la plaque et elle peut encore servir jusqu'à ce que les quatre échancrures soient entièrement brûlées. Ainsi la même pla-

que de fonte peut servir pendant huit espaces de temps plus ou moins longs suivant son épaisseur.

La prompte destruction des tuyères, l'incouvénient de l'attache du mâchefer après l'orifice du canon du soufflet, ont été victorieusement combattus par un procédé que nous avons vu mis en usage dans les forges anglaises de l'établissement de l'éclairage par le gaz. Le bout du canon arrivant dans le feu est sans cesse rafraîchi par une eau qui se renouvelle facilement au moyen du mouvement qui lui est imprimé par la haute température de ce canon. Les ouvriers qui se servent journellement de cette forge, s'applaudissent beaucoup de cette idée, et font voir dans la forge voisine les désagréments de la méthode ordinaire. Nous annonçons ce fait qui est incontestable, sans chercher à en trouver l'explication qui entraînerait à de longues réflexions. Le bout du canon vient s'ajuster dans un bout supplémentaire; c'est ce dernier qui se trouve en contact immédiat avec le feu et qui reçoit l'eau dans le canal pratiqué dans son intérieur. Quelle que soit la simplicité de cet appareil, nous ne saurions rendre notre description parfaitement intelligible sans l'éclaircir par une figure.

On voit en *a b*, fig. 8, en coupe, deux seaux de tôle, fer-blanc ou fonte; ceux que nous avons vus sont en fonte : on peut leur donner la forme d'entonnoir ou toute autre selon le besoin. C'est dans ces seaux que l'on verse l'eau; ils sont percés par le bas et reçoivent le tuyau *c* qui peut être fait de même matière. Ce tuyau *c* aboutit à un renflement *d*, en fer forgé, vu en coupe selon le sens de sa longueur, fig. 9 et 10. Ce renflement qui peut faire corps avec les tuyaux *c*, ou qu'il sera plus facile d'y joindre, en le faisant séparément, est creux à l'intérieur; *e*, qui fait tambour, est destiné à recevoir l'eau qui ne doit y rencontrer aucune issue par laquelle elle puisse s'échapper à l'extérieur. C'est dans un trou conique *f* qui traverse le renflement dans toute sa longueur, que

s'engage le bout de la buse *g*. Afin de pouvoir former le creux *e*, le renflement *d* est fait de deux pièces, savoir : la pièce principale qui est conique, et un disque dont la coupe est visible en *h h* fig. 9 et 10, dont le centre est percé d'un trou livrant passage à la buse *g*. Ce disque doit être soudé ou brasé après la pièce principale ; la buse *g* doit remplir le trou qui est au centre, assez exactement pour que l'air comprimé ne puisse s'échapper ; on peut luter à cet effet la jointure avec de l'argile grasse (1).

La confection de cette tuyère n'est pas aussi difficile qu'elle le paraît au premier abord ; c'est du moins ce qui nous a été affirmé par l'habile contre-maître qui nous en faisait reconnaître les avantages, ainsi que dans un atelier de Paris où cette manière de construire les tuyères est pratiquée avec avantage depuis quelques années. Une fois ce travail fait, on est assuré que la tuyère durera un temps illimité, quelle que soit la force du feu. Dans l'atelier de Paris, on n'a mis qu'un seau et qu'un tuyau ; mais nous pensons qu'il est plus convenable d'en mettre deux comme dans la forge anglaise, parce que le mouvement s'établit plus facilement lorsque l'ébullition force l'eau avoisinant la tuyère à fuir. Il y a deux manières de placer la tuyère ; toutes deux me paraissant également bonnes. Les uns creusent le dessus du bâtis devant le contre-foyer et placent leur tuyère assez bas pour que le trou se trouve au fond de l'excavation qu'ils ont faite, et dans laquelle

(1) Les avis sont loin d'être concordants à ce sujet. Beaucoup de forgerons prétendent que bien loin de faire joindre la buse à la tuyère, bien loin de luter la jonction, il faut bien mieux que le bout de la buse ne touche pas à la tuyère, ainsi que la figure 10 le représente, et qu'on peut même reculer encore plus la buse. Ils disent que l'air lancé par le soufflet dans la tuyère entraîne avec lui l'air environnant, et qu'il s'établit dans la tuyère un courant plus considérable. Nous avons essayé la mise en pratique de ces préceptes, et nous avons cru remarquer qu'effectivement l'action du soufflet en était augmentée ; mais n'ayant point fait d'expériences spéciales à cet effet, nous nous contentons de faire part de ces observations dont le forgeron fera l'usage qui lui conviendra. Nous aurons d'ailleurs, sans doute, l'occasion de revenir sur ce sujet.

ils placent le feu et le charbon. La raison qu'ils donnent de cette façon d'agir, c'est que le vent partant du fond de l'espèce de cuvette qu'ils ont formée, se repand également partout et entretient le feu vif dans un plus grand espace. Les autres ne font pas d'excavation ; ils placent leur tuyère de manière à ce que le trou ne soit élevé que de 15 à 16 millimètres (6 à 8 lignes) au-dessus du niveau du recouvrement du bâtis, prétendant que le fraisil et les autres déchets ne tardent pas à élever autour, et circulairement, une espèce de talus qui remplace avantageusement l'excavation dont il vient d'être parlé; parce qu'il produit le même effet quant à la concentration du vent, et qu'il laisse en outre la facilité de chauffer promptement le milieu d'un long barreau qu'on voudrait poser en travers en le passant sous le fraisil ; ce qui ne peut avoir lieu lorsqu'il y a excavation dans le foyer, laquelle excavation tient la barre au-dessus du fort du feu, et nécessite l'emploi d'une plus grande quantité de charbon pour atteindre et recouvrir l'endroit qu'on veut chauffer.

Ces détails sont sans doute minutieux, mais je ne dois rien taire à mes lecteurs, un fait de peu d'importance pouvant quelquefois amener la découverte d'autres faits d'un intérêt majeur. Je pense que la forge à foyer concave doit être préférée par ceux qui veulent travailler de petits objets et fondre souvent au creuset, et que celle à foyer plan convient mieux à ceux qui ont de gros ouvrages à faire; quoique cependant la forge de presque tous les serruriers soit creuse de 8 à 11 centimètres (3 à 4 pouces) dans la totalité du plan supérieur qu'ils nomment *paillasse*.

Quant au tablier dit *hotte* et au corps de cheminée, je n'ai nulle observation à faire sur ce qui les concerne. Si un amateur voulait la faire lui-même, il y parviendrait facilement en scellant dans le mur, à quelques pieds au-dessus du foyer et dans le gros mur une bandelette en fer, supportée par les

côtés par deux poteaux en fer également scellés dans le mur, en remplissant les vides avec des tabliers de plâtre, qu'on fait entre deux planches et qu'on scelle ensuite contre le mur, après le corps de la cheminée ; mais je pense qu'on fera mieux de confier ce soin à un maçon ; ceux qui n'ont pas l'habitude de manipuler le plâtre étant sujets à commettre des erreurs, et à perdre beaucoup de temps et de matériaux.

L'auge en pierre que l'on place à proximité de la forge pour l'eau nécessaire à la forge, a l'avantage de la conserver fraîche, et de durer plus longtemps que le baquet en bois ; mais ce dernier a l'avantage d'être plus maniable et moins cher et de se nettoyer plus facilement. On tiendra toujours ce baquet plein d'eau, dans laquelle on laissera un balai de bouleau à manche court dont l'usage sera indiqué plus bas. On fera bien aussi d'avoir sous la forge une certaine provision de terre glaise pulvérisée, dont l'emploi sera également indiqué, lorsqu'il sera question de la manière de chauffer le fer et d'autres opérations de l'art du forgeron.

Il nous est impossible de rapporter ici toutes les formes que le goût, quelquefois le caprice, fort souvent la nécessité, ont fait donner aux forges. Les circonstances locales décident d'ailleurs parfois de la forme à donner. Celui qui ne peut consacrer à sa forge qu'un petit coin de son atelier, est contraint d'adopter une forme telle que son soufflet puisse se trouver placé en dessus ou en dessous du foyer; mais la construction devient plus aisée pour celui qui peut s'étendre. Les courbes que peut décrire le tuyau conducteur ne paraissent pas apporter de modification à la force du vent, ainsi que nous l'expliquerons en parlant des soufflets. Lorsqu'on peut disposer d'un foyer de cheminée, on scelle assez souvent le soufflet au plafond avec des suspensoirs en fer ; on fait descendre le tuyau le long d'un des côtés du corps de la cheminée, et après l'avoir fait traverser la partie latérale du chambranle

on le fait arriver sur une paillasse établie à hauteur d'appui dans un des coins de la cheminée. Cette manière de faire est sans contredit la plus commode et celle qui entraîne moins de frais. La fumée prend naturellement son cours par le tuyau, et la forge occupe le moins de place qu'il est possible. Pour construire ainsi une forge dans le coin d'une cheminée, on emploie du carillon de 15 à 20 millimètres (8 ou 10 lignes) pour faire les montants; les traverses se font avec de la bande qu'on perce à l'endroit où elle touche les montants sur lesquels on la fixe avec des vis ou des boulons; on remplit les vides avec de la brique sur champ et du plâtre. Quant à la paillasse, on la suspend à l'aide de petites tringles qu'on enfonce d'un bout dans le mur et qui de l'autre s'appuient, après avoir décrit une courbe, sur la bande supérieure du châssis. On croise d'autres tringles sur les premières, on remplit les carrés qu'elles forment entre elles avec des vieux fers, des morceaux de tôle, du gros fil-de-fer, un vieux grillage, ou toute autre chose incombustible, et l'on jette le plâtre sur cette espèce de plancher. Lorsque le plâtre ou le mortier a pris, on pose les carreaux de telle sorte qu'il s'en trouve un entier au-dessous du canon du soufflet, et l'on place les autres légèrement inclinés de chaque côté, et de manière à former au milieu de la forge une espèce de gouttière où le métal fondu et épanché puisse se rassembler.

§ 2. FORGES VOLANTES.

Telle est sans doute la manière la plus expéditive, la plus commode et la moins dispendieuse ; mais on n'est pas toujours à même d'établir ainsi sa forge, souvent il n'existe pas de cheminée dans l'atelier, d'autres fois elle se trouve trop éloignée du jour (je parle ici dans le cas où un amateur mécanicien voudrait forger dans son atelier de tourneur; un serrurier, ou celui qui, par goût, veut se livrer presque ex-

clusivement à la forge, devant commencer par construire une forge avec cheminée), souvent, dis-je, il est des cas où il n'est pas possible de construire un foyer dans une cheminée; alors on aura recours aux forges volantes qui peuvent se placer, tantôt dans un lieu et tantôt dans un autre, suivant le besoin. Comme je l'ai dit, il existe un grand nombre de modèles de forges mobiles, et, obligé de choisir, j'ai dessiné celles dont l'exécution m'a paru la plus simple et par conséquent la plus facile à mettre en pratique.

La figure 11 représente une forge construite en bois et fer; les quatre montants *a* se font en quenouille de hêtre ou de chêne. Je n'ai donné ni échelle ni dimensions, parce que la grosseur des bois comme l'élévation du foyer dépendent de la volonté de celui pour qui la forge est construite; s'il veut qu'elle soit lourde et solide, il emploiera du bois de 8 à 11 centimètres (3 à 4 pouces) d'équarissage; s'il la veut plus légère, il se contentera de bois ayant seulement 5 à 6 centimètres (2 pouces). La taille du forgeron devra déterminer l'élévation du foyer, qui doit venir à peu près à sa ceinture, un peu plus un peu moins suivant les goûts, et encore suivant la nature des ouvrages. On tient un peu plus hautes les forges où l'on doit fondre souvent. Comme on peut le voir dans la figure, les deux montants de devant sont plus élevés que ceux de derrière, ils servent à supporter le rouleau *b*, dans lequel la branlette ou branloire *c* est enfoncée. Ce rouleau est terminé par deux tourillons en bois qui passent dans des trous pratiqués au bout des montants, et dans lesquels ils tournent librement; on retient l'écartement par deux broches plantées en dehors dans le bout saillant des tourillons; on peut se dispenser de réserver ces tourillons, en plantant dans les bouts du rouleau deux boulons de fer qui les remplacent avantageusement.

Les traverses *d* s'assemblent dans les pieds à tenon et mor-

taise qu'on peut cheviller; mais je conseille plutôt de les retenir avec des vis qui laissent la facilité de monter et de démonter la forge à volonté. On peut multiplier ces traverses suivant le degré de solidité qu'on veut donner à la forge. On n'en a pas mis sur la figure, afin d'éviter toute confusion dans le dessin. Une des traverses du derrière étant destinée à recevoir la têtière du soufflet, il faudra calculer sa hauteur sur la portée de l'ouverture du ventilateur du soufflet, de manière à ce qu'étant ouvert il touche presque à terre par le poids qui est attaché derrière, pour accélérer sa chute et la prise d'air; les traverses latérales sont percées d'un trou destiné à recevoir les oreilles du soufflet.

La branloire *c* pourra se faire en bois, mais vaudra mieux en fer; on ménage une embase ou épaulement du côté par lequel elle appuie sur le rouleau qu'elle traverse et sur lequel elle est assujettie par un écrou opérant pression du rouleau contre l'épaulement; le bout qui reçoit la corde *e* doit être plus effilé et recourbé en anneau. On aura soin en plantant cette branloire dans le rouleau, d'incliner le trou à droite ou à gauche, afin que la main qui tire le soufflet ne vienne pas au-dessus du feu; mais bien descende de l'un ou de l'autre côté de la forge. La corde est ordinairement passée dans une poignée en bois, ou bien est attachée à un anneau demi-rond assez large pour que quatre doigts puissent y passer. Lorsqu'on veut garder les mains libres, on fait descendre cette corde plus bas, en suivant la ligne ponctuée marquée sur la figure et l'on fait aboutir cette corde à une pédale ou marche, du genre de celle représentée figure 12, dont il sera ci-après parlé, ou bien on y suspend simplement un étrier assez large pour recevoir facilement le pied; mais l'étrier est moins commode que la pédale, en ce que le pied ne le chausse pas facilement. Les forgerons préfèrent tirer le soufflet avec la main, les fondeurs au contraire trouvent plus commode de faire mouvoir le soufflet avec le pied.

Au milieu de la longueur du rouleau *b*, se place en employant les mêmes moyens que ceux qui ont servi à fixer la branloire, un levier en fer *f* destiné à retenir la corde, ou la chaînette, qui fera mouvoir le ventilateur du soufflet. Ce levier sera placé de manière à ce qu'il tombe à l'aplomb du milieu du derrière du soufflet; on y attache la corde *g* qui, par le bas, correspondra à un tasseau solidement fixé par des vis à la planche de dessous du soufflet. On aura soin que cette corde *g*, soit d'une longueur telle que la pesanteur du poids du soufflet la tienne toujours tendue. On évitera en conséquence de laisser ce poids toucher le sol dont il devra être éloigné de quelques millimètres. On substituera avec avantage à la corde *g* une tringlette ou un gros fil-de-fer.

Lorsque le bâtis est ainsi disposé, et qu'il s'agit de garnir le dessus, qu'on nomme paillasse, on prend un morceau de forte tôle assez grand pour recouvrir l'espace compris entre les quatre traverses du haut, pour creuser dans le milieu et pouvoir recouvrir les traverses, en se rabattant sur leur tour extérieur. On fait fléchir cette tôle de manière à ce qu'elle forme un enfoncement qui pourra être régulièrement circulaire, ainsi qu'on le voit en la figure 11, en *h*, sans toutefois que cette forme soit absolument la seule qu'on puisse faire utilement prendre à cette tôle, celle représentée fig. 12, convenant également bien. Ce n'est pas toujours une chose très-facile que de contourner ainsi la tôle à froid; on y parvient cependant à grand coups de marteau, et en se servant de coins de bois, sur lesquels on frappe pour enfoncer les endroits creux. On rabat, ainsi qu'il a été dit, les bords de cette pièce de tôle sur les traverses; on lui fait prendre à petits coups de marteau la forme de ces traverses, et, après avoir percé les bords avec un pointeau, on fixe ce tablier sur le châssis à l'aide de vis placées de distance en distance.

Lorsque le tablier est fixé, on remplit l'endroit creux de

terre argileuse, broyée bien fin et l'on pose dessus un carrelis de tuiles bien cuites ou de pierres d'ardoise d'une certaine épaisseur : les minces s'exfoliant et se brûlant trop facilement. On a soin de donner à ce carrelis la pente dont il a été question plus haut. Quelques personnes ne mettent point de terre entre les deux planchers; elles laissent ce creux vide et il ne tarde pas à se remplir par le mâchefer, les cendres et autres déchets qui passent entre les briques, ou les tuiles dont on a formé le plan supérieur.

En formant le creux de la tôle, il faudra avoir soin qu'il ne descende pas tellement qu'il puisse être heurté par le dessus du soufflet. Il doit, au contraire, rester un espace libre entre le dessus du soufflet dans son plus grand écartement, et le dessous de la paillasse. Cet espace est destiné au poids dont on charge le soufflet lorsqu'on veut augmenter la force du vent.

Le contre-foyer se construit avec des briques et du plâtre (Voyez *k*, fig. 11). On place d'abord la tuyère dans le centre, et on met de suite à l'aplomb la plaque représentée fig. 7, lorsque cette plaque ne fait pas partie de la tuyère ; on pose ensuite les briques l'une sur l'autre, en ayant soin de leur faire présenter le bout au feu, si la forge est assez large ; sinon on les pose à plat en travers. On recouvre le tout de plâtre peu mouillé, afin qu'il se gerce moins lors du retrait. Quelques personnes ont soin, avant de bâtir leur contre-foyer, de poser une bride de fer attachée sur les traverses latérales avec des vis, laquelle, ainsi qu'on la voit en *l* de la même figure, sert à maintenir les briques. Cette mesure de précaution a son avantage, et je conseille à mes lecteurs de ne pas l'omettre lors de la construction de leur forge.

On aura soin, en faisant le contre-foyer, de réserver le passage de la buse du soufflet; dans le cas où la tuyère ne parviendrait pas au niveau postérieur du contre-foyer, ce sera

par ce trou qu'on introduira le canon dont je parlerai quand il sera question des soufflets.

Ainsi se construit la petite forge, représentée fig. 11. On conçoit qu'il est très-facile de l'établir tout en fer; on donne alors un peu de cambrure aux pieds que l'on fait avancer en dehors pour lui procurer plus d'assiette. Ce qui va être dit sur la grosseur des fers, en parlant de la forge dont la description va suivre, pourra servir de guide pour la construction de celle-ci, lorsqu'on la voudra en fer. Il est bon d'observer aussi qu'on peut rendre cette forge susceptible d'être déplacée et replacée sans effort et sans courir le risque de lui occasioner des ébranlements nuisibles, en plaçant dessous chaque pied une petite roulette en cuivre, de celles dont on fait usage pour certains meubles sujets à être souvent déplacés.

La forge représentée fig. 12 se construit en fer. Les montants se font avec du carillon, les traverses avec de la bande. On prend ordinairement du carillon de 15 à 20 centimètres (8 lignes), et la bande peut avoir $0^m,25$ de largeur sur un centimètre d'épaisseur plus ou moins. La forge peut avoir un mètre environ (2 pieds et demi à 3 pieds) d'élévation. On lui donne assez souvent la forme ovale indiquée par le plan, fig. 13. Les pieds ou montants se plaçant vers les points A, s'assemblent de plusieurs manières, tantôt par des boulons de jonctions maintenus avec des écrous, tantôt à tenons et mortaises façonnés à froid et chevillés. L'aire, âtre ou foyer de la forge, se fait avec de forte tôle, ainsi qu'il a été dit plus haut. Le contre-foyer peut se faire de la manière employée pour construire celui *k*, fig. 11; mais on peut aussi suivre le mode employé dans la figure 12, c'est-à-dire placer la tuyère entre deux plaques de tôle *b b*, fig. *id.*, toutes deux percées pour donner passage au canon, celle de devant plus haute et plus épaisse que celle de derrière. On remplira alors l'espace compris entre ces deux plaques par de la terre à poêle, du plâtre, du

mortier de chaux et ciment ou toute autre chose incombustible.

Dans le cas où l'on voudrait faire mouvoir le soufflet à l'aide d'une branloire à main, on emploiera les moyens décrits plus haut en parlant de la fig. 11 ; mais si l'on préfère faire mouvoir ce soufflet avec le pied, on suivra la méthode indiquée dans la figure. C'est tout simplement une petite barre de fer, aplatie et forée au milieu de sa longueur, soudée par une extrémité, et terminée des deux bouts par une boucle. On met sur la partie latérale de la bande du milieu, à-peu-près à l'endroit marqué *a*, fig. 12, élévation et plan, un tourillon en fer qui traverse cette bande et est rivé en dedans, du côté du soufflet ; ce tourillon passe, à pression libre, dans le trou de la branloire, et reçoit par le bout saillant, en dehors, soit un écrou, si on l'a fileté, soit une clavette si l'on s'est contenté de le percer. Le repli *d*, fig. *id.*, sert à conduire la branloire au milieu du derrière du soufflet, afin que la corde qui doit transmettre son action au ventilateur tombe bien droit à ce milieu, clause essentielle de la facilité du mouvement et de la conservation du soufflet, qui ne doit jamais, quelle que soit la construction qu'il plaît d'adopter, être tiré de côté ou en obliquant. L'extrémité opposée est recourbée ; on y attache une corde *e* qui correspond à la marche ou pédale *f*, laquelle tourne dans un tourillon placé dans le bas de la partie latérale du pied de devant de la forge.

On peut également mettre des roulettes sous les montants de ce bâtis.

La figure 14 représente une manière moins usitée, moins commode de construire une forge à volonté. Ce qui vient d'être dit sur la manière d'établir celles fig. 11 et 12, me dispense d'entrer dans de nouveaux détails sur celle dont cette figure offre la représentation. On peut faire entrer dans la composition de son bâtis ou le bois ou le fer, ou bien encore le bois

pour la partie qui porte le soufflet, et le fer pour celle qui avoisine le foyer. Cette forge ne diffère des précédentes que par le moyen employé pour faire mouvoir le soufflet, moyen peu commode, mais qui peut cependant être employé, lorsque des circonstances locales forcent à y avoir recours.

On passe entre les deux montants *a a* une tringle bien arrondie, au milieu de laquelle on fait entrer l'œil du levier, représenté vu de profil, fig. 14, et vu en place fig. 15. Les deux bras *b b* de ce levier appuient contre la planche du dessous de la culotte du soufflet, où ils glissent sur deux lames de tôle fixées sur cette planche des deux côtés de la ventouse. Les trois autres branches *c c c* sont terminées par des boucles d'où pendent les cordes, qui descendent de chaque côté s'attacher à une marche du genre de celle qui fait mouvoir la bascule représentée fig. 12. Cette méthode a cela de commode qu'en faisant la marche comme un cadre ordinaire, et la plaçant ainsi qu'elle est indiquée, fig. 14, on peut souffler dans toutes les positions qu'on peut prendre, soit en chauffant le fer pour forger, soit en faisant fondre des métaux, soit enfin en trempant les outils ou en leur donnant le revient. Cela est notoirement utile pour cette dernière opération, qui, pour être faite sûrement, exige que celui qui trempe prenne relativement au côté d'où vient le jour, des positions particulières, pour être à même d'observer facilement les différentes nuances que la chaleur amène sur l'outil qu'il fait *revenir*.

§ 3. FORGES ROULANTES.

La forge roulante, fig. 16, peut trouver son emploi dans un chantier, sous un hangar et dans tout autre lieu vaste, où son emploi serait nécessaire. On fait ces forges de toutes dimensions, et l'on varie tellement le mode de leur construction, qu'il est impossible de les représenter toutes. Nous avons pensé qu'il suffirait d'en dessiner une, pour faire comprendre com-

bien il est facile d'en faire d'autres. Les roues de celle représentée par la figure, sont en fer. L'essieu passe dans le diaphragme du soufflet, ou bien il est remplacé par deux boulons à embase, serrés à l'intérieur des brancards par des écrous. La roue de devant est placée au bas d'un étrier dans lequel elle tourne sur un pivot qui est le prolongement de la chape, comme cela se pratique pour les roulettes à équerre. La branloire se place de diverses manières, soit en employant un rouleau comme dans la figure 11, soit en y adaptant une pédale, soit enfin en la plaçant comme il est indiqué dans la figure. Le foyer et le contre-foyer, supportés par une corbeille à claire-voie, en fer, se construisent, ainsi qu'il a été dit plus haut, avec un tablier de tôle, des tuiles, du plâtre ou du mortier, chaux et ciment.

Forge roulante employée dans la marine, à bord des bâtiments.

Les figures 17, 18, 19, 20, représentent cette forge roulante, vue :

Fig. 17, en élévation latérale;

Fig. 18, en plan par-dessus;

Fig. 19, par devant;

Fig. 20, par derrière.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans les 4 figures.

a, bâtis de la forge, fait en carillon, de $0^{m},02$, un peu plus un peu moins, assemblé soit à tenon et mortaise goupillés, soit à tourillons avec écrous de pression, soit en enfourchement à chaud ou à froid.

b, soufflet trapézoïdal, ou carré, ou cylindrique. *b*, poids chargeant le réservoir d'air, ce poids est retenu par le tasseau *b''*. *b'''*, poids tirant en bas le ventilateur suspendu en arrière de la soupape vue en *b''''*, fig. 19.

c, oreillons du soufflet, passant dans les deux entre-toises latérales *d*.

d, *e*, entre-toises de consolidation. *d*, l'inférieure; *e*, la supérieure.

f, branloires, ou manettes, fixées sur un carré réservé sur l'arbre, à l'aide des écrous *f'*.

f'', bielle, corde ou chaîne de communication de la branloire à la pédale *f'''*. On se dispense de cette bielle et de cette pédale, si l'on fait manœuvrer la branloire avec la main. Sur la pédale *f'''*, le pied se met en avant ou en arrière du point de jonction de la bielle, selon les positions prises en soufflant.

g, petit arbre portant: 1° les branloires *f*, qui lui font faire un quart de révolution; 2° les segments *g'*, sur lesquels s'enroule la chaînette *g''*, qui, elle-même, est attachée après une tringle *g'''*, fixée après le ventilateur du soufflet *b*.

h, canon courbe du soufflet *b*, hermétiquement et solidement collé et cloué sur le devant de la têtière.

h', bâtis en briques, tuiles ou autres matières peu sujettes à détérioration dans les hautes températures, renfermant la tuyère qui reçoit le canon ou buse du soufflet *b*. Ce contre-foyer peut être consolidé par des bandelettes de fer.

i, tablier en forte tôle, formant et supportant la paillasse en briques ou tuiles réfractaires *j*, qui reçoivent l'action du feu, supportée d'ailleurs par une petite entre-toise en fer, dont les tourillons d'assemblage sont seuls visibles en *i* sur l'entre-toise supérieure *e*.

j, foyer ou paillasse.

j', cloison en tôle, servant à former un auget où l'on dépose les pinces, les marteaux, les équerres, etc.

k, paire de roues en fonte.

k', essieu de ces roues, servant de traverse inférieure de consolidation.

l, patin pouvant être fait en bois dur, servant de traverse

inférieure et postérieure, et supportant les pieds de derrière qui y sont implantés.

Mode d'emploi.

Si l'on appuie avec le pied sur la marche ou pédale f''', ou simplement avec la main sur l'extrémité de la branloire f', on fait baisser cette branloire, et, alors, l'arbre g fait un quart de révolution sur ses tourillons, et force le segment g' à faire le même mouvement. Ce segment, en se relevant, enroule sur son champ la chaîne g'' et enlève par conséquent la tringle g''' qui soulève le ventilateur du soufflet b. Dans ce mouvement, l'air qui remplit ce ventilateur est chassé à travers la soupape intérieure du diaphragme dans le réservoir d'air supérieur, lequel, comprimé par le poids b', chasse cet air dans le conduit h, qui l'amène, en passant par la tuyère, dans le feu.

Lorsqu'on veut changer la forge de place, on se sert des deux brancards, fig. 20. Ces brancards sont des leviers brisés à talon, assemblés à goupille dans les montants du bâtis $a\,a$, même figure. Lorsqu'ils ne servent pas, leur poids les fait tomber le long du montant; quand on les emploie, on les relève, et le talon venant appuyer contre le montant, les maintient à l'équerre. Dans cet état, ils représentent les bras d'une brouette; on soulève un peu, et les roues k supportant alors tout le poids de la forge, il devient facile de la pousser en avant, ou de l'attirer en arrière, et de conduire la forge où l'on veut.

Assez souvent, on joint à ces sortes de forges un étau à pied posé au point n, fig. 18, et suivant la verticale ponctuée n, fig. 17. Le pied de cet étau est engagé dans un trou ou crapaudine, fixé au milieu du patin l, à l'endroit coté n, fig. 20.

Ces forges ont environ 0m,75 de hauteur, 0m,06 de largeur et 0m,75 à 0m,0,8 de longueur. Leur pesanteur, avec l'étau, est d'environ 100 kilog.

Je terminerai cet article en faisant part à mes lecteurs d'une observation sur les tuyères, qui a été consignée dans le t. IX des Annales des Arts. En parlant des hauts-fourneaux des fonderies, l'auteur du mémoire s'exprime ainsi :

« Nous ne laisserons pas échapper cette occasion de parler » d'une nouvelle tuyère qui vient d'être employée avec le plus » grand succès par M. Robert. Elle n'a pas la forme ronde, » mais celle d'un carré-long de trois pouces de large sur deux » de hauteur ; on l'adapte au réservoir d'une machine souf- » flante. Ce savant assure qu'elle produit un meilleur effet » que les tuyères rondes, et que l'habile maître de forges à » qui l'on doit cette invention a obtenu une augmentation » de produit dans ses fonderies, par ce seul changement de » forme. »

Je pense que cette forme de la tuyère doit effectivement apporter une certaine perfection dans l'opération; les raisons sur lesquelles je m'appuie seraient trop longues à exposer dans cet ouvrage, qui doit renfermer des faits plutôt que des théories. Ceux de nos lecteurs qui aiment à remonter des effets aux causes, pourront également se rendre raison de cette augmentation de produit ; nous reviendrons d'ailleurs sur ce sujet en parlant de la construction des soufflets et machines soufflantes (1).

§ 4. ACCESSOIRES DE LA FORGE.

Avant de nous occuper du soufflet, sur lequel nous devons donner des détails circonstanciés, il convient de parler en peu de mots de divers ustensiles qui semblent, ainsi que lui, tenir tellement à la forge qu'on ne saurait les en séparer. Tels sont les diverses chambrières ou servantes, qui servent à supporter le fer tandis qu'il chauffe, le goupillon, le tison-

(1) Voir plus loin *soufflets ventilateurs*.

nier, le chandelier de forge et autres, que tout forgeron connaît, mais que l'amateur qui veut se monter ne peut connaître, et dont il doit cependant se pourvoir dans le même moment qu'il construit sa forge.

1° Deux baquets, l'un plus grand, destiné à contenir l'eau; l'autre, moins grand, destiné au charbon. Quelques forgerons ont une auge de pierre pour mettre leur eau. Lorsqu'on le pourra on fera bien de s'en procurer une, l'eau s'y conserve plus fraîche; cependant, à son défaut, un bon baquet de bois de chêne pourra la remplacer; j'ai dit plus haut quels avantages divers on retire de l'emploi de l'un ou de l'autre. On aura, dans le baquet au charbon, une pelle de bois ou de fer, destinée à le prendre et à le déposer sur le foyer, ou simplement une main de fer. On appelle ainsi une pelle en tôle repliée, à manche court, que l'on fait de deux manières ou ronde ou carrée; les figures 21 et 22 en offrent la représentation.

Dans le baquet destiné à contenir l'eau, un goupillon fait en crin et en fer, servant à jeter de l'eau sur le feu pour l'animer, et à d'autres usages dont il sera parlé par la suite. Ce goupillon se fabrique assez souvent avec deux brins de fort fil-de-fer, ou petite tringle, que l'on tourne l'un sur l'autre, en ayant soin de mettre entre les brins par un bout, à mesure qu'on les tord, des houpettes de crin placées en travers. On réserve une boucle à l'extrémité opposée pour pouvoir l'accrocher et le tenir suspendu. Les figures 23 et 24 représentent cette espèce de goupillon. On en fait de plusieurs autres manières; celle dont il est question est la plus facile. La plupart des serruriers se servent d'un balai de bouleau, qui remplit fort bien son office.

2° Deux tisonniers, l'un pointu, l'autre crochu. Je place ici ces deux outils que l'amateur pourra faire lui-même, lorsqu'il commencera à connaître la manière de forger; c'est pour-

quoi j'estime qu'il fera bien de n'en pas faire d'abord l'acquisition, mais bien de se servir en attendant pour les remplacer de toute espèce d'outils qui lui tomberont sous la main, comme barre de fer, pincettes ordinaires, etc. Les figures 25 et 26 représentent ces deux tisonniers.

Le droit sert à soulever le feu, à percer la calotte de charbon, à déranger les charbons pour voir dans le feu, et à d'autres usages qui seront décrits plus bas. Le tisonnier coudé sert à ramener le feu, à le concentrer, à ramasser le charbon épars, à extraire du feu le mâchefer qui peut obstruer le passage du vent, et à plusieurs autres emplois. Je reviendrai sur ces outils en parlant de la manière de les forger.

3° Le pic ou coûtre de forge, fig. 27, qui se fait en fer de 3 centimètres (1 pouce) au moins, est peu en usage; il s'emploie à peu près dans les mêmes occasions que les tisonniers; il sert en outre à décroûter le fond du foyer, à détacher le mâchefer, à briser les blocs de charbon; c'est encore un des outils pour la fabrication desquels l'amateur pourra essayer ses premières forces.

4° Les chandeliers de forge; on leur donne les formes les plus variées, les uns sont à brisures, les autres à crémaillères, d'autres à crics, nous avons dû représenter ici les plus simples et les plus usités. On se réserve, dans la construction des forges volantes, une place quelconque sur une des traverses supérieures où l'on établit, avec vis et écrou ou bien à l'aide d'un boulon de pression, un chandelier brisé qui porte la lumière partout où elle est nécessaire. La manière de construire et de poser ces chandeliers brisés est si simple, que nous nous dispenserons d'entrer dans aucun détail sur ce qui les concerne, avec d'autant plus de raison que dans l'instant nous serons obligé de parler de ces brisures, en décrivant la chambrière à bras mobile. Le petit chandelier représenté figure 28, se pose sur la forge; son pied massif empêche qu'il

soit facilement renversé par les mouvements brusques du forgeron. Nous dirons comment il se construit, lorsque nous en serons à la manière de forger. Le grand chandelier représenté fig. 29, s'accroche par son extrémité *a*, après le ventail de la cheminée ou au rebord de la hotte. On fait également ces chandeliers à cremaillère, afin qu'ils soient susceptibles d'être haussés ou baissés suivant le besoin.

Les serruriers font encore un chandelier brisé, tournant sur pivot, qu'ils nomment *chandelier d'établi ;* nous le passerons ici sous silence. On en trouvera de très-élégants dans les figures du Manuel du Serrurier (*Encyclopédie-Roret*).

5° La *servante* ou *chambrière*, ce dernier terme plus usité, sert à maintenir dans le feu et dans la position qu'on veut qu'il occupe, un long barreau de fer qu'on chauffe par un bout. Son nom lui vient de ce qu'elle remplace un homme ou un apprenti, qui, sans cet ustensile, serait obligé de supporter le barreau par l'autre bout, ce qui serait quelquefois très-fatigant. La chambrière remplit cet office mieux que ne le saurait faire la main la plus patiente; c'est encore un de ces ustensiles qui n'a pas de forme déterminée : tantôt c'est un double crochet fait en S, à peu près dans la forme du grand chandelier, dont il vient d'être question, qui s'accroche également au rebord du ventail; tantôt un simple Y qui s'enfonce en terre à la distance convenable; ou bien qu'on enfonce soit dans un billot, soit dans un pied en pierre, semblable à celui du petit chandelier de forge ; mais des chambrières faites avec aussi peu de travail, ne rendent qu'un service incomplet : il faudra donc mieux se donner un peu plus de peine et faire ses ustensiles de l'une des quatre manières que nous allons indiquer, comme étant celles que l'on a le plus souvent mises en usage.

La chambrière, fig. 30, est placée assez ordinairement à proximité de la forge. Elle vire sur le pivot *a*, et est retenue

d'en haut soit par une douille en fer, soit par un simple trou dans le bâtis, le support tourne en outre au point *c*, ce qui donne la facilité de placer cette chambrière dans toutes sortes de positions. Lorsque les environs de la forge ne présentent point d'endroits propres à la recevoir, cette chambrière, peut être placée sur un pied mobile ; ce qui la rend alors d'autant plus commode qu'on peut l'éloigner ou l'approcher à volonté.

La figure 31 représente ce *pied* mobile auquel on doit donner beaucoup de pied, c'est-à-dire, qui doit être fort évasé par le bas, et qu'on doit faire d'un bois lourd et compacte, ou en pierre. On plante au milieu de ce pied un tuteur *a*, fait en fer, au haut duquel on soude ou l'on rive le collier *b*, destiné à recevoir le tourillon *a*, fig. 30. Le corps de la chambrière occupe l'espace indiqué sur la figure 31, par la ligne ponctuée *c*, et pivote sur une crapaudine en fer, ou mieux en cuivre, placée en bas au point *d*.

Ce qui vient d'être dit peut également s'appliquer à la grande chambrière, fig. 32 ; elle pivote également par les points *a a*, mais comme le bras en est trop élevé pour pouvoir servir à supporter le fer, on y suspend la crémaillère *b*, qui remplit d'autant mieux cet office, qu'elle a la faculté d'être haussée ou baissée à la demande de l'ouvrage, comme on peut le voir dans la figure. Cette crémaillère est coudée par le haut en forme de crochet, qui glisse facilement sur le bras de la chambrière ; elle se compose de deux pièces juxtaposées, retenues par le haut par le collier *c* et par la bride mobile *d*, qui s'accroche aux dents de la crémaillère et donne par ce moyen la faculté de hausser ou de baisser à volonté le support *e* sur lequel se pose l'extrémité de la barre à chauffer ; mais cette chambrière a l'inconvénient de ne pouvoir être changée de place et de ne rendre aucun service hors de la portée du virement de son bras.

La petite chambrière, fig. 33, n'a pas ce désavantage ; malheureusement, elle en a un autre. Elle peut bien se placer partout, s'éloigner du feu indéfiniment, suivant les cas; mais elle ne peut se hausser ni se baisser, ce qui la rend un instrument imparfait. C'est pour la rendre plus serviable que quelques forgerons la font à crémaillère, ainsi qu'on la voit représentée fig. 34; alors elle est parfaite, et je la préfère, ainsi construite, à toutes les autres, parce qu'elle réunit à elle seule leurs avantages distincts. Ainsi que la figure le fait voir, la crémaillère *a* est immobile, et, fendue en trois par le bas, forme le pied de la chambrière; la partie mobile *b* monte et descend : elle est fixée au pied par le collier *c*, posé à demeure sur le haut de la crémaillère *a*, et par la bride *d* posée avec une goupille, au bas de la partie mobile *a* sur laquelle tourne à volonté le support *e*.

On fait encore ces chambrières de la forme indiquée, fig. 35, mais je ne conseille pas de faire autant d'ouvrage, pour parvenir moins complètement aux mêmes fins ; je dis moins complètement, parce que la roue dentée et la manivelle *f*, qui font monter l'espèce de cric qui soulève le support et qu'on fixe à la hauteur voulue, en arrêtant le bras de la manivelle *f* après une cheville fixée à la bride *c*, sont d'une exécution longue et assez difficile, et que la manœuvre en montant et en descendant en est lente, comparativement à l'emploi de la crémaillère, qui monte et descend au point voulu dans un clin-d'œil. Cette manière de construire une chambrière à cric ne peut être avantageuse que lorsqu'il s'agit de chauffer des pièces fort lourdes; circonstance qui se rencontrera bien rarement.

Nous devons encore ranger parmi les accessoires de la forge une règle, une équerre, des calibres, un compas courbe et un compas ordinaire destinés à prendre les longueurs et les épaisseurs en forgeant; ces outils sont tellement connus qu'il est

inutile d'en faire aucune description, et qu'on n'en a donné la figure que pour fixer l'attention du lecteur (*Voyez* fig. 36, 37, 38, 39 et 40). Ces instruments se trouvent chez tous les quincailliers.

§ 5. MACHINES SOUFFLANTES.

Le soufflet est une des parties les plus importantes de la forge ; il doit occuper une place dans nos pages. Si cet ouvrage était simplement destiné à donner quelques notions sur la manière de construire une forge, nous choisirions le meilleur modèle de soufflet, nous l'indiquerions à nos lecteurs et notre tâche serait remplie; mais telle n'est pas notre intention ; nous avons cru qu'il serait utile de rassembler ici tout ce qui a été dit sur les machines soufflantes, afin de mettre les amateurs et les ouvriers à même de perfectionner encore ce qui a été fait jusqu'à présent. Nous avons visité les usines, les fonderies; nous avons consulté les ouvriers et les fabricants les plus renommés; nous avons recueilli leurs avis que nous avons suivis dans les essais que nous avons faits afin d'en apprécier la valeur; nous ferons part à nos lecteurs du résultat de nos observations.

Plusieurs conditions doivent se trouver réunies dans une bonne machine soufflante, dont les principales sont : la force du vent produit, la simplicité dans la construction, le bas prix de la machine, sa durée. On doit encore considérer que moins une machine occupera de place à force égale, moins elle exigera de force motrice, plus elle sera parfaite ; mais avant de rapporter ce qui a été tenté, et quels moyens semblent s'être approchés davantage de la perfection, nous devons commencer par apprendre à nos lecteurs à faire un simple soufflet : on peut vouloir composer une machine soufflante de plusieurs soufflets simples aboutissant au même réservoir d'air, ainsi que cela s'est souvent pratiqué et peut se pratiquer encore.

Soufflets simples.

On prendra une planche de hêtre d'une largeur et d'une épaisseur proportionnées à la grandeur du soufflet qu'on veut faire, on lui donnera avec la scie et la râpe la forme indiquée par les figures 41, 42. On pourra faire les deux planches semblables et rapporter une têtière, ou bien, on pourra faire cette têtière adhérante à l'une des planches en la taillant dans le même morceau, ainsi qu'elle est représentée en *a* de la figure 41 précitée; on percera le trou *b*, servant à donner passage à l'air extérieur. Il faudra faire en sorte que ce trou se trouve à la planche immobile, c'est-à-dire, après celle qui fait corps avec la têtière. On taillera une autre planche pareille en longueur, largeur et épaisseur, à cette différence près que par le bas *a*, fig. 42, elle sera arrondie à la râpe en abattant les angles qui pourraient gêner le mouvement; on conçoit que la forme à donner à ces planches dépend absolument du goût de celui qui construit le soufflet. Qu'on donne une forme ramassée ou allongée, peu importe, pourvu que la décroissance soit régulière et que le côté arrive juste à la largeur de la têtière, afin qu'il ne se forme en dedans aucun coin rentrant, qui en opposant des surfaces droites à l'air mis en mouvement, ralentirait son élan. Je dois faire encore observer en parlant de la forme, que les soufflets quadrangulaires sont d'une confection plus difficile, en ce qui concerne l'apposition de la peau; mais aussi qu'ils n'exigent pas de nervures comme les soufflets arrondis, tels que ceux que nous avons représentés dans la figure, on pourra donc opter. Je conseille cependant, quel que soit l'ennui de faire et de poser des nervures, de commencer la fabrication des soufflets par la forme arrondie qui est la plus usitée par ceux qui font leurs soufflets eux-mêmes; tandis que la forme à angles semble con-

venir davantage aux orfèvres, cuilleristes et autres qui achètent toujours des soufflets tout fabriqués.

Lorsqu'on aura taillé ses deux planches, on s'occupera de suite de la ventouse ou soupape *b*, fig. 41. La manière de la construire dépend un peu de la grandeur du soufflet pour lequel elle est destinée. Dans le cas dont nous nous occupons, une peau ordinaire, un peu épaisse et souple, sera suffisante pour le clapet. On la taillera plus longue que le trou qu'elle doit recouvrir, ainsi qu'on le voit en *a*, fig. 43, 44, afin qu'une partie puisse se coller sur la planche du soufflet; puis on découpera une petite planchette; mais mieux un carton assez fort pour ne point plier, et on en formera un carré un peu plus grand que le trou à recouvrir, et on le collera sur la peau, qui devra dépasser en dessous de tous les côtés; on amincira cette peau sur les bords, afin de la rendre plus légère et plus flexible, et de faciliter par ce moyen son union exacte avec la planche, lorsque le vent vient à la comprimer. Quelques personnes poussent la précaution plus loin: elles collent sur ces bords saillants et amincis de légères bandes de taffetas, qui ferment hermétiquement toute issue au vent lorsqu'il s'agit de souffler. Quand la soupape est en place, on pose la bride *b*, fig. 43, 44, destinée à s'opposer à ce que cette soupape ne puisse trop s'ouvrir et se rejeter en arrière. La bride se fait avec une bande de peau que l'on colle par les deux bouts sur la planche en laissant du lâche pour que le mouvement de la soupape ne soit pas gêné.

Dans les grands soufflets, la soupape se fait en bois, on remplace la peau préparée par une peau crue, à laquelle on laisse le poil ou la laine, c'est ce poil ou cette laine qui opère alors, par la pression, l'exacte fermeture de la ventouse. La ventouse des machines soufflantes à piston se fait d'une autre manière; nous en parlerons plus bas. (V. *Considérations générales sur les soufflets.*)

La soupape placée, on s'occupera des nervures ; on les fait en bois ou en fil-de-fer ou de cuivre, de fort calibre ; on emploie ordinairement pour les gros soufflets des cercles à tonneaux qu'on rabote un peu pour les dresser sur la tranche; pour les soufflets de dimension moyenne, on les fera plus volontiers de fil-de-fer, et comme ce sont principalement de ces derniers que nous devons nous occuper d'abord, nous nous attacherons particulièrement à leur description. Mais avant, il convient de bien fixer l'attention du lecteur sur la têtière du soufflet dans laquelle s'implantent les nervures.

Ainsi que nous venons de le dire, cette têtière peut être faite du même morceau que la planche immobile du soufflet, ainsi qu'elle est représentée sur une plus grande échelle par la figure 45, en prenant *a* pour la têtière et *b* pour une portion de la planche immobile vue sur la tranche ; ou bien peut être faite d'un morceau à part, ainsi qu'elle est également représentée par la figure 46, dessinée sur la même échelle. Dans ce dernier cas, on réserve l'épaulement *a a* fait à angle rentrant, destiné à recevoir la planche immobile que l'on fixe sur la têtière, soit en la collant, soit avec des clous ou des vis, soit, mieux encore, en faisant concourir ces deux moyens, à assurer la parfaite liaison des deux pièces et à fermer toute issue à l'air.

Le trou *b*, fig. 45, 46, doit être conique, petit du côté de la buse, évasé par l'orifice qui correspond à l'intérieur du soufflet. J'indique ces trous évasés en ellipse dans les figures, parce que j'ai cru remarquer que cette forme du trou facilitait le courant d'air, et rendait plus douce la manœuvre du soufflet. On fera donc bien, en évasant le trou fait à la têtière, d'en user de même et de faire en sorte qu'il reste le moins de surface possible autour de cet évasement. Quant à l'autre extrémité du trou, il est de règle qu'elle doit être de calibre avec le canon ; mais cela n'est pas d'une nécessité absolue, pourvu,

toutefois, que la buse ou le trou de la tuyère soit d'un diamètre quatre fois plus petit que celui du petit orifice du trou qui traverse la têtière. Ainsi donc, ce trou de la têtière sera d'une grandeur indéterminée.

Si l'on regarde attentivement les figures 45, 46, on y distinguera en *c*, sur les coins, de petits points noirs au nombre de quatre, un à chaque coin: ils indiquent des avant-trous que l'on fait pour placer une petite bride en fer que nous avons représentée sur une plus grande échelle (fig. 43). Cette bride se fait avec un fort fil-de-fer qu'on coude par les deux bouts, qu'on appointit ensuite et qu'on fait entrer à coups de marteau dans les avant-trous dont il vient d'être parlé, on peut voir, fig. 42, une de ces brides mise en place. Elles servent à retenir les nervures en fil-de-fer; lorsqu'on est décidé à les faire de cette sorte, on contourne alors soit avec la main, soit avec le marteau, le fil-de-fer, de manière à lui faire prendre la forme du soufflet; puis on fait passer les bouts de la nervure dans les brides; on les retourne sur eux-mêmes de manière à former des boucles qui embrassent la bride, et y tournent avec facilité, fig. 47. Il faut veiller en formant ces boucles, à ce que les bouts tombent en dedans et ne soient pas dans la possibilité d'égratigner et même de percer la peau lorsqu'elle sera posée. Ainsi se placent les nervures; cependant quelques personnes se contentent de rendre les bouts de chaque nervure aigus et de les planter dans la têtière. Le soufflet ainsi construit va, mais va moins bien et est plus dur. Le lecteur comprendra facilement ce que le mode que je lui enseigne a de plus avantageux. Les cercles en bois destinés à former les nervures des grands soufflets se posent tout simplement avec des clous à tête, sur le côté de la têtière; on amincit le bout du cercle et on perce un trou sur la partie plane; dans lequel on fait passer le clou, qu'on n'enfonce pas tellement que la nervure ne puisse avoir un petit mouvement d'ou-

verture et de fermeture. On peut également faire usage des brides dont il vient d'être parlé, en ayant soin de les faire passer dans les trous des nervures avant de fixer ces dernières dans la têtière. Le nombre de nervures pour un soufflet ordinaire est de trois. Quelques personnes n'attachent point les nervures, mais alors on éprouve plus de peine pour la pose de la peau.

Avant de couvrir le soufflet et lorsque les nervures seront posées, il faudra assembler et préparer le bâtis ; à cet effet, on cloue sous la planche, fig. 42, en *a* et en suivant l'indication ponctuée, un morceau de cuir bien souple, si l'on fait un soufflet de dimension ordinaire. Si le soufflet était très-grand, on placerait une paire de fiches ou charnières à chacun des angles ; ces fiches se posent avec des vis à tête fraisée. Lorsque le cuir est cloué et collé, on le colle et le cloue de même sur la têtière, en ayant soin d'employer pour le milieu des clous moins longs que sur les côtés, afin qu'ils ne traversent point dans le trou conique qui donne passage à l'air. Les choses ainsi préparées, le bâtis offrira par son profil l'aspect représenté par la figure 48. On plantera deux clous d'épingle au milieu du derrière des deux planches, aux points *a a*, lieu où les poignées prennent naissance. On attachera un fil ou une ficelle à l'un de ces clous ; on lui fera faire un tour à l'entour de chaque nervure, afin de les retenir toutes trois dans le degré d'écartement qu'il convient de leur donner, et on fixera ce fil ou cette ficelle à l'autre clou. Il est bien entendu que ces clous seront peu enfoncés, afin de pouvoir être arrachés facilement, ainsi que le fil, lorsque leur secours cessera d'être utile.

La figure 48 dont il vient d'être parlé, représente le bâtis vu de profil : *a a* sont les clous d'attente, *b* le fil régulateur de l'écartement, *c c* les planches de dessus et du dessous, *d* la ventouse, *e e* les poignées, *f* la têtière, *g* la buse, *h h h* les nervures.

Les choses étant ainsi préparées, il ne s'agira plus que de poser la peau sur le soufflet. On choisit pour un petit soufflet une peau de mouton épaisse, souple et égale, qui n'ait aucun trou ni manque. On met tremper cette peau jusqu'à ce qu'elle soit bien amollie; on la retire de l'eau, et on la laisse égoutter. Lorsqu'elle est bien essuyée, on l'applique sur le bâtis bien ouvert, la chair en dedans; on la fixe de suite avec six clous: deux aux endroits à peu près où sont les clous d'épingle *a*, et deux autres de chaque côté de la têtière, aux endroits indiqués sur la figure par des points, et marqués *i*. On a soin de n'enfoncer ces clous qu'à la profondeur nécessaire pour qu'ils puissent maintenir la peau tendue. Après quelques instants, on ôte ces clous, et l'on tire la peau fortement de chaque côté de la têtière; puis on remet les clous pour qu'ils maintiennent de nouveau la peau étirée. On lève de même les clous placés en *a* et l'on tend faiblement la peau de ce côté; on place des clous d'espace en espace sur la tranche des planches *c*, et on laisse sécher la peau ainsi placée, sauf à la tendre encore par les extrémités fixées à la têtière, si on le juge à propos.

Lorsque la peau est sèche, l'effet du retrait a profondément marqué les nervures; on ôte alors les clous d'épingle *aa* ainsi que le fil régulateur *b* et l'on commence à clouer avec les clous à soufflet. Il est prudent de ne pas mettre les clous à même la peau, parce que leur tête pourrait la couper. On place une bande de peau sur le champ des planches en dessus de la peau, et l'on fixe le tout avec des clous. Les clous s'achètent chez les quincailliers, ils sont courts de tige et larges de tête. On les enfonce d'un côté en laissant l'espace d'un clou entre tous ceux qu'on met, et l'on a soin en clouant de ne laisser aucun lâche qui ferait des poches difficiles à reprendre ensuite.

La peau ainsi fixée à la planche de dessous on répète l'opération pour la planche de dessus en prenant les mêmes pré-

cautions. Lorsque tous ces clous sont placés, on en met d'autres qui doivent remplir les espaces laissés entre chaque clou et de manière à ce que toutes les têtes se touchent ou à peu près. On peut, pour les petits soufflets, remplacer ces clous de fer par des clous dorés dont les tapissiers se servent pour garnir les fauteuils, et remplacer la bande de peau ou de cuir qu'on place sous les clous, soit par un galon métallique, soit par une bande de cuivre laminé dans laquelle on fait des avant-trous avec un poinçon d'acier.

Le pourtour du soufflet étant fini, on rognera l'excédant de la peau et on s'occupera de fermer le soufflet sur les côtés de la têtière avant de placer les derniers clous; on tirera encore la peau pour la tendre de nouveau, et on l'arrêtera définitivement avec des clous à tête plate dits *broquettes*. On coiffe alors la têtière en l'enveloppant d'une peau qui passe par-dessus tout, et que l'on fixe par deux rangs des mêmes clous avec lesquels on a garni le restant du soufflet et en faisant également tourner autour du galon métallique ou du cuivre laminé de même espèce que celui dont on s'est servi pour le restant du soufflet.

Lorsque tous les joints seront bien fermés, il ne s'agira plus pour finir le soufflet que d'y ajouter le canon ou la buse. On la fait ordinairement en tôle ou en cuivre. La fig. 49 pourra donner une idée de ce que peut être ce canon; on y fait ordinairement une embase qu'on perce de plusieurs trous destinés à donner passage aux clous qui doivent fixer le canon après la têtière; on place une bande circulaire en cuir entre le fer et le bois, et l'on fixe le tout avec les clous.

Ainsi se fait le soufflet simple à *culotte* arrondie. Quand on veut s'assurer si un soufflet est bien fait, on l'ouvre, on bouche le trou du canon et on lâche la poignée de la planche mobile: si le soufflet se ferme de suite, cela est un signe qu'il n'a pas été bien construit, et qu'il perd son vent. On répète

l'opération en passant autour le dos de la main ou une chandelle allumée, on cherche à s'assurer de l'endroit où se trouve l'issue qui livre passage à l'air, lorsqu'on l'a découverte, on y colle une pièce ou on la remplit de poix.

Le soufflet quadrangulaire, fig. 50, peut se bâtir de la même manière, en faisant des nervures angulaires; mais ce n'est pas ainsi qu'on en agit ordinairement. On profite des facilités que donne cette forme pour se dispenser de faire aucune nervure. Lorsque les deux planches sont assemblées, comme il a été dit ci-dessus, c'est-à-dire lorsque la planche mobile est jointe à la têtière par un cuir faisant charnière, ou par tout autre moyen, et que la ventouse est faite et garnie de sa soupape, on s'occupe de suite de la manipulation de la peau; ce qui n'est pas le plus facile de l'ouvrage.

On commence par préparer les planchettes qui servent de nervures. On se procure, à cet effet, de ces planchettes fort minces dont on fait usage dans la boissellerie, ou si on ne peut, on compose un carton dur avec du parchemin mouillé et de la colle-forte. On taille les planches ou le carton (il ne peut servir que pour les soufflets de petite dimension) et on donne à chacune des arêtes la forme indiquée par la figure 51. Si l'on veut que la culotte du soufflet forme quatre plis, il faut trente arêtes : dix de la forme *a*, fig. 51, et vingt de la forme *b b*. Ces arêtes taillées exactement semblables les unes aux autres serviront à déterminer les plis. Certaines personnes les assemblent d'abord deux à deux dans la position qu'elles doivent occuper en définitive, en les collant sur une feuille de parchemin amolli. La figure 52 représente deux arêtes ainsi préparées; il ne reste plus dans ce cas qu'à coller le tout sur la peau; d'autres personnes placent de suite les arêtes sur la peau et les recouvrent ensuite d'un parchemin; on pourra suivre l'une ou l'autre de ces méthodes.

Lorsque toutes les arêtes seront préparées, on mouillera

la peau dont on voudra se servir pour recouvrir. Le mouton fort suffira pour les petits soufflets; on prendra une peau de veau pour les plus grands : on taillera cette peau de manière à ce qu'elle enveloppe bien le soufflet, sur le bâtis duquel on la coupera en tenant ce bâtis un peu plus ouvert qu'il ne devra l'être en définitive. On collera en dedans les trois premières arêtes avec de la colle-forte, en les plaçant respectivement, ainsi qu'il est indiqué dans la figure 48 ; puis, après avoir enduit de colle un assemblage de deux arêtes, on le collera sur le premier pli que l'on façonnera en dehors avec un couteau de bois, en évitant de faire aucun faux pli. On continuera de la sorte jusqu'à ce que toutes les arêtes soient placées; on mettra à l'intérieur, dans le creux de chaque pli, une feuille de papier huilé pour empêcher que la colle n'attache tous les plis ensemble, et l'on chargera l'ensemble, afin de le tenir en presse jusqu'à ce que le tout soit sec (si l'on a une presse ou un valet de menuisier ils serviront à cet usage). Quand la peau et la colle seront sèches, on ouvrira les plis, et la peau sera préparée pour être adaptée sur le bâtis.

Quelques personnes, ainsi que nous l'avons dit, doublent le soufflet en dedans avec du parchemin ; cette mesure est bonne à prendre. Mais on aura soin d'humecter ce parchemin avant de le coller, et de ne couvrir le bâtis que lorsqu'on sera bien sûr qu'il aura bien pris, et qu'il sera très-sec.

Comme cette peau ainsi préparée a déjà la forme du bâtis sur lequel elle a été coupée, elle devient facile à fixer. On commence par les joues de la têtière ; puis, avec de la colle et des clous, on l'attache de tous les côtés au-dessus et au-dessous du soufflet. On garnit ensuite ces endroits avec des clous à tête large ou simplement avec une bande de cuivre laminé. On recouvre aussi la partie saillante des plis et surtout les coins *ccc*, fig. 50, 51, avec une peau souple qui ne puisse gêner le mouvement de la brisure. Cette précaution est sou-

vent bonne à prendre parce que la peau, à ces endroits saillants, est plus sujette à s'user que celle qui se trouve dans les angles rentrants. On coiffe la têtière comme il a été dit plus haut.

Nous avons dû, pour ne rien omettre, donner une idée de la manière dont se construisent les soufflets carrés; mais, à moins qu'une disposition particulière de la forge ou de l'atelier ne s'y oppose, nous conseillons à nos lecteurs de construire le soufflet à culottes rondes, ainsi que le pratiquent tous les serruriers.

Soufflets doubles.

Avant de passer à la description du soufflet à vent continu, nous ferons remarquer à nos lecteurs qu'on peut se servir de deux soufflets simples en dirigeant leur vent sur le même point et les faisant souffler alternativement, et, qu'à défaut de soufflet double, on peut chauffer fortement avec leur aide. J'ai vu un amateur qui avait placé deux soufflets simples sous une bascule qu'il faisait mouvoir avec le pied; la figure 53 donnera une idée de sa manière dont il s'applaudissait beaucoup, que je n'ai pas goûtée, mais que je représente comme pouvant servir à ceux qui, comme lui, n'ayant pas de soufflet à double vent, voudraient cependant forger avec des soufflets simples.

a, petit parquet à jour sur lequel étaient placés les deux soufflets prenant le vent en dessus. *b*, pivot du levier ou bascule placé entre les deux soufflets. *c*, l'endroit où l'on pose le pied ou la main. *d*, poids suspendu au manche du soufflet et à l'extrémité du levier.

Lorsque le pied appuyait sur le point *c*, le soufflet 1 se fermait, et celui 2 s'ouvrait et prenait vent; et lorsque le pied abandonnait ce point, le poids *d*, livré à sa force, fermait le soufflet 2 et ouvrait le soufflet 1, qui prenait vent à son tour;

la longueur du levier avait été calculée avec la pesanteur du poids *d*, de manière à ce que la manœuvre de ces soufflets fût assez douce. Le vent produit était fort, mais saccadé et cessait presque sur-le-champ, ce qui est un inconvénient grave pour un forgeron.

J'ai rapporté cette manière de produire un double vent plutôt dans l'espoir qu'elle fournira quelques idées à l'amateur qui aime à faire des essais, que dans l'intention de la lui proposer comme un modèle à suivre. Cependant il est juste de dire que ces deux soufflets placés en bas du bâtis de la forge avec un tuyau ascendant, offriraient une grande facilité. On pourrait, au moyen d'un réservoir d'air, obtenir par leur emploi un vent continu.

C'est dans le même dessein que je lui fais part d'une épreuve que j'ai faite et qui m'a peu réussi, mais qui, étant suivie de nouvelles expériences, pourrait amener à des résultats plus satisfaisants, surtout s'il s'agissait de fondre, opération pour laquelle il faut un vent dur et violent.

Soit *a a a*, fig. 54, un morceau de bois façonné de telle sorte qu'il fasse la planche du milieu et la têtière du soufflet (1). Soit *b b*, deux planches mobiles ayant chacune en dessus une ventouse comme les soufflets ordinaires. Soit *c*, une tringlette percée aux extrémités de trous, un à chaque bout, vue d'ailleurs à part, fig. 55. On fixe cette tringle *c* (une de chaque côté) aux deux planches au moyen de vis. La têtière *a* est percée de deux trous évasés correspondant à chacun des soufflets et arrivant séparément, et sans aucune communication dans une buse *d*, composée de deux canons juxtaposés ; et entre lesquels il existe une cloison de manière à ce qu'il n'y ait aucune communication entre le vent de l'un et de l'autre soufflet. La figure 56 représente le canon vu en bout.

(1) Rien n'empêche, dans tous les cas, que la têtière et la planche ne soient faites séparément, assemblées entre elles à enfourchement à queue et collé ainsi qu'on le verra plus bas.

Lorsqu'à l'aide de la branloire on tire la corde *e*, fig. 57, le vent contenu dans le soufflet inférieur s'échappe avec violence par le canon inférieur, et les tringles lèvent la planche du soufflet, qui s'emplit subitement. Ce second soufflet pousse le vent avec une égale violence, lorsqu'on vient à lâcher la corde et que le poids *f*, même fig. 57, qui est considérable, vient à tirer en bas la planche du soufflet inférieur. La raison est facile à trouver. Ce poids, en faisant ouvrir le soufflet inférieur, attire aussitôt à lui par le moyen des tringles *c* le soufflet supérieur, et ainsi de suite.

Comme le poids *f* est considérable, et que d'ailleurs ce double soufflet est rude à mener, on est obligé de tenir la branloire longue, afin de donner une force qui est nécessaire pour vaincre les résistances qu'on éprouve. Cependant, je dois le dire, ce qui m'a empêché de tirer de ce soufflet tout l'avantage que je m'étais figuré devoir en obtenir, c'est que chaque soufflet, en s'ouvrant, aspire l'air, non-seulement par la ventouse, mais encore un peu par le bout du canon; et, comme dans mon soufflet d'essai, mon canon était court, et sur un plan horizontal derrière le feu, la chaleur et les ordures s'introduisaient dans le canon et même dans le soufflet. Je pense que cet inconvénient aurait été de beaucoup diminué, et même n'aurait pas du tout existé si mon canon eût été plus long, et que le soufflet eût été placé en l'air comme cela se pratique ordinairement; les ordures n'auraient pu remonter, et le peu de chaleur attirée pendant une courte inspiration n'aurait pas eu le temps de gagner le soufflet avant qu'une nouvelle expiration soit venue la repousser. Ce soufflet donnait, toutes proportions gardées, beaucoup plus de vent que les soufflets ordinaires; mais les gens de forge qui me visitaient disaient qu'il était moins bon que les soufflets ordinaires, en ce que le vent était saccadé, et qu'il cessait aussitôt que la main quittait la branloire. On risquait d'ailleurs, ajoutaient-

ils, de brûler le fer, avec un vent aussi violent. Mes lecteurs pourront faire de nouveaux essais; celui qui n'aura qu'un mètre d'espace, plus ou moins, de disponible, sera bien aise de pouvoir produire avec un soufflet réduit aux plus étroites proportions des effets pareils à ceux que produit ordinairement celui qui peut disposer d'un plus grand espace.

Autre soufflet composé de deux soufflets simples, ayant beaucoup de rapport avec celui fig. 54, 55, 56, 57.

Nous extrayons du Journal des Ateliers de M. Paulin-Desormeaux, page 317, la description suivante.

Soufflets de madame veuve Amadeuf, à Paris.

« Ces soufflets ne sont pas à vent continu, mais à vent alterné. Nous croyons devoir les faire connaître, encore bien qu'ils ne nous paraissent nullement propres à être employés pour forger; mais comme la construction en est simple et particulière, elle pourra plaire à quelques personnes; et d'ailleurs, nos lecteurs pourraient croire que ces soufflets, annoncés avec emphase, sont quelque chose de plus intéressant qu'ils ne sont en effet; avouons qu'ils sont très-commodes comme soufflets d'appartement et qu'ils donnent beaucoup de vent.

» La figure 58 offre l'ensemble du soufflet. Le diaphragme *a* est percé de deux mortaises transversales; on pourrait les réunir en une seule. On pourrait former ce diaphragme de deux ou trois planches superposées et collées ensemble pour s'épargner la peine de percer les mortaises.....

» C'est dans ces mortaises, faites pour livrer passage à l'air, que sont pratiquées les ouvertures des soupapes, une de chaque côté. Dans la figure 59, qui représente la coupe du diaphragme prise sur la ligne *a b*, fig. 60, nous avons représenté

les soupapes toutes deux ouvertes, quoiqu'elles ne s'ouvrent et ne se ferment qu'alternativement. Nous en avons représenté une plus proche de la buse, l'autre plus proche de la culotte; ayant chacune sa prise d'air dans une mortaise séparée de l'autre par un épaulement. Cette disposition existait dans le modèle ; mais nous croyons qu'il serait possible de mettre les deux soupapes à la même hauteur, l'une vis-à-vis de l'autre et ayant leur prise d'air dans une seule et même mortaise transversale. En général, nous pensons que ce diaphragme ainsi travaillé donne beaucoup d'ouvrage pour ne produire que le même effet, qu'on obtiendrait plus facilement en mettant les prises d'air en dehors, sur les deux faces du soufflet (*Voyez* fig. 54). La têtière ou buse de ce soufflet marqué *c* sur la figure 59, est percée de deux conduits, séparés l'un de l'autre par le prolongement du diaphragme ; chacun de ces conduits répond à l'un des soufflets et aboutit au canon. Il aurait peut-être fallu pour plus de perfection que le canon fût également séparé en deux portions ; il n'en est pas ainsi dans le modèle, les deux vents s'y réunissent et par suite de cette disposition fautive, le soufflet qui se remplit doit prendre un peu de vent au soufflet qui est en train de fournir le vent, l'aspiration ne se faisant pas seulement par la soupape.

» Le mouvement alterné des soufflets a lieu au moyen de la tringle courbe *d*, fig. 58, qui glisse librement dans le trou *d*, fig. 59, 60, et qui est fixé à demeure des deux côtés du soufflet. L'effet de cette tringle, comme on peut le voir à la première inspection, est de faire ouvrir le premier des soufflets, tandis que le second souffle, et de le fermer ensuite, par conséquent de le faire souffler, tandis que le second soufflet reprend son vent. » . . . .

. . . .

La figure 61, est la coupe de la buse.

Autre soufflet d'appartement, trapèze, avec ressort à boudin.

Tout le monde connaît ce soufflet, il est inutile de le décrire ; la figure 61, dont nous allons donner l'explication nous servira pour le faire comprendre à ceux qui n'en auraient pas connaissance. C'est, en petit, un soufflet de forge, il en diffère seulement en ce que, comme le soufflet simple, il a deux poignées : l'une qui est le prolongement du ventilateur, l'autre le prolongement de diaphragme, et que nous indiquons dans cette fig. 61, par la ponctuée y. Comme le réservoir d'air de ce soufflet double ne peut être chargé, on remplace les poids par un ressort à boudin fixé au diaphragme et au ventail du réservoir d'air. Ce ressort est indiqué dans cette même figure par la ponctuée x ; lorsque le vent arrive avec abondance dans le réservoir d'air, ne pouvant passer tout d'un coup par la buse, il force le ressort à boudin à se distendre pour permettre au ventail du réservoir de s'ouvrir. Lorsque le ventilateur reprend son vent, le ressort agit, ramène le ventail contre le diaphragme et force l'air à se frayer route par le canon, et ainsi de suite.

Ce soufflet est à vent continu.

Soufflets de forge.

Si cet ouvrage était uniquement consacré à rapporter toutes les manières dont se construisent les soufflets, je pourrais en consigner un grand nombre sur lesquelles je garderai le silence, parce que je ne pense pas qu'il puisse être d'aucune utilité de les faire connaître. Nous nous occuperons donc de suite du soufflet de forge ordinaire et nous rechercherons ensuite quels perfectionnements l'art et l'industrie ont apportés dans cette partie.

Les soufflets simples agissant concurremment pour animer

un feu de forge ont, comme je l'ai dit, le défaut de produire un vent dur et interrompu; on a remédié à ce défaut en composant le soufflet à réservoir d'air, et les avantages qu'on a retirés de sa construction ont déterminé tous les forgerons à l'adopter. Ce soufflet n'était cependant pas tellement parfait qu'on ne pût encore y apporter des perfectionnements. MM. Privat et Rabier l'ont prouvé; mais avant de nous occuper de la découverte de ces artistes, voyons d'abord ce qu'étaient et ce que sont encore presque partout, les anciens soufflets à deux vents, employés par les forgerons; il serait impossible, sans cette étude préparatoire, de juger du mérite des procédés nouveaux.

Nous ne nous arrêterons pas à la forme du soufflet: les uns le fond rond et ramassé, d'autres l'allongent davantage, etc.; cela nous importe peu, l'effet étant à peu près le même, et ne dépendant pas d'une modification dans la forme extérieure; pourvu toutefois que cette forme soit telle que le soufflet aille en diminuant du côté de la têtière. La fig. 62 représente la forme que peuvent affecter les soufflets de forge ordinaires; il se divise en deux parties: *a*, le réservoir d'air; *b* le ventilateur dit vulgairement la *culotte*. Ce soufflet a deux ventouses ou soupapes, une au ventilateur, une à la planche de séparation *c* qu'on nomme le *diaphragme*. Ainsi qu'on peut le voir dans la figure, le réservoir d'air est d'une capacité plus grande que celle du ventilateur; on divise ordinairement la capacité totale du soufflet en tiers, dont deux sont réservés pour le réservoir d'air et le troisième pour le ventilateur.

Le diaphragme (la planche du milieu) peut être fait d'un seul et même morceau avec la têtière, ainsi que le représentent la figure 54 et celle 63; mais on n'est pas dans l'usage d'en agir ainsi, et il est plus convenable de faire la têtière à part, la figure 64 représente la têtière vue de trois-quarts; *a a*, est l'entre-coupe, taillée en queue d'aronde, dans laquelle s'engage

le diaphragme. *b*, le trou communiquant à l'intérieur du réservoir d'air. *c*, l'épaulement où la planche du ventilateur est attachée. *d*, l'épaulement sur l'angle duquel on attache, avec charnière en peau ou en métal, le dessus du réservoir d'air.

En se reportant à la figure 65, qui représente le bâtis du soufflet de forge prêt à être recouvert, on voit facilement que la construction du soufflet de forge ne diffère absolument du soufflet simple que par l'adjonction qui lui est faite du ventilateur *b*, qui communique le vent au réservoir d'air, au moyen de la soupape *a*, fig. 63, 65, lequel vent lui a été fourni par la soupape *b*, du ventilateur.

On attache dessous le soufflet, avec des vis, le levier *e* auquel est attachée la corde *f* correspondant à la branloire, et le poids *g* servant à faire descendre promptement le ventilateur; quant aux nervures *h h*, nous renvoyons le lecteur à ce qui a été dit sur ce sujet, en parlant du soufflet simple; nous lui ferons observer seulement qu'elles doivent être en nombre tel, qu'il puisse être divisé par tiers comme trois, six, neuf, etc., afin d'en mettre deux tiers au réservoir d'air, et un tiers au ventilateur.

Lorsque le bâtis sera ainsi confectionné, on y fixera les oreilles. On appelle ainsi deux bandes de fer qui passent de chaque côté de l'endroit où le soufflet est parvenu à sa plus grande largeur, et qui servent à le tenir suspendu. Ces oreilles sont quelquefois les extrémités d'une bande de fer, qu'on fait passer par-dessous le diaphragme dans lequel elle est incrustée et fixée avec des vis ou des pointes (*Voyez* fig. 66) ; ou d'autres fois des garnitures dont le dessin, fig. 67, pourra fournir l'idée. Dans les soufflets de force moyenne, on se contente de percer deux trous dans l'épaisseur du bois, et d'y faire entrer deux boulons rendus pointus par un bout. Cette dernière manière, plus expéditive que les autres, a encore sur elles l'avantage de permettre de poser la peau sur le bâtis,

avant leur mise en place; ce qui exempte de tous les soins qu'il faut prendre pour que les trous qu'on fait d'avance à cette peau se trouvent bien juste vis-à-vis les boulons. L'oreille représentée fig. 68 peut également être posée par-dessus la peau.

Ce que nous avons dit de la pose de la peau sur les soufflets simples peut s'appliquer au soufflet double sans qu'il soit besoin d'entrer à ce sujet dans de nouveaux détails; il en est de même pour les moyens de former les brisures des planches de dessus et de dessous. Nous ferons observer seulement que lorsque le soufflet est fait sur un grand modèle, il est indispensable d'employer des charnières de métal. On en met quatre, deux en dessus, deux en dessous, à chaque angle de la planche sans que cela dispense d'employer le cuir doux et souple qui forme la brisure des petits soufflets. Il est bon aussi d'observer que lorsqu'une seule peau ne peut recouvrir le soufflet, il faut en coudre deux ensemble. La couture se fait avec deux aiguilles et du fil ciré; on enduit de poix, on croise les points à la manière des selliers, et l'on peut même, pour plus de sûreté, intercaler un passe-poil entre les deux cuirs qu'on veut joindre. Les aiguilles dont on se sert pour cette opération ne doivent pas être tellement grosses que le trou qu'elles produisent soit plus grand que le fil qui doit le remplir, elles doivent au contraire être très-effilées, dût-on avoir plus de peine à faire passer le fil.

Lorsque la couture est faite, on l'enduit de poix ou de cire. Quelques personnes l'enduisent de colle-forte et appliquent dessus une bande de peau mince, qui, en y adhérant fortement, ferme toute issue à l'air. Dans ce cas cette bande de peau ne se place que lorsque le soufflet est recouvert.

Mais comme il pourrait arriver, malgré toutes les précautions qu'on aura pu prendre, qu'il s'échappât encore du vent par quelques joints et surtout autour des oreilles, si l'on

s'est contenté d'enfoncer dans le diaphragme des boulons pointus, les serruriers sont dans l'habitude de garnir ces endroits d'une pièce circulaire en peau, à laquelle on donne le nom d'*oreillon*. On fait passer l'oreille par le trou central de l'oreillon que l'on colle sur le flanc du soufflet; de plus, on taille une rondelle de tôle absolument semblable à celle de peau que l'on passe également et que l'on cloue par-dessus le premier oreillon, et tout autour lorsque l'épaisseur du diaphragme le permet. Les figures 68 et 62 représentent ces oreillons. On garnit en outre tous les joints de poix, de cire, ou de colle-forte, afin de boucher toutes les issues.

On assouplit alors la peau du soufflet que l'eau a laissée sèche et dure, en l'humectant d'huile, ou la frottant de graisse, et alors il ne reste plus qu'à poser le petit tasseau soutenu par un gousset (*Voy. i*, fig. 62) qui sert à retenir le poids *k* avec lequel on charge le soufflet lorsqu'on veut augmenter la force du vent. On pose alors sa buse et le soufflet est terminé. On lui fait subir une dernière épreuve; on bouche le trou de la buse, et on gonfle le soufflet: s'il reste longtemps ouvert et qu'il ne se ferme que fort lentement, c'est une preuve que rien n'y manque; si au contraire il se ferme par un mouvement assez prompt pour que l'œil puisse le saisir, cela est un indice qu'il perd son vent par quelque issue. Afin de reconnaître l'endroit faible, on gonfle de nouveau le soufflet, on le charge fortement et l'on promène à l'entour, soit le dessus de la main, soit une chandelle allumée, soit une carte sur laquelle on a posé du duvet. Lorsqu'on a reconnu un trou on le bouche avec de la peau et de la colle-forte. Si c'est par les joints que le vent s'échappe, on les garnit de poix ou de cire.

Il semblerait qu'un soufflet parfait devrait toujours rester ouvert, lorsque la buse est hermétiquement fermée : il n'en est pas ainsi. Il paraît que l'air parvient alors à se frayer un passage par la ventouse, d'où il passe dans le ventilateur. On

ne devra donc pas croire avoir mal opéré, parce que le réservoir d'air finira par se vider sans que le vent ait d'issue connue.

Ainsi se fait le soufflet de forge ordinaire; lorsqu'il est dans de bonnes proportions, il produit un vent continu et égal, et souffle encore longtemps après que la main a quitté la branloire. On charge plus ou moins le réservoir d'air, suivant qu'on veut obtenir plus ou moins de vent; souvent même, lorsqu'il faut un vent très-doux, on ne met aucun poids.

Divers moyens de produire le vent.

Je dois faire connaître une expérience que je fis il y a quelques années. Le soufflet d'une forge volante que j'avais construite sur des dimensions moyennes, soufflait bien suffisamment pour les usages ordinaires auxquels elle était destinée; mais il m'arriva de vouloir y fondre un mélange de zinc, d'antimoine et de cuivre. Je pris vainement les moyens connus pour assurer le succès de l'opération. La force de mon soufflet ne s'étendit point jusqu'à produire le degré de chaleur convenable, je fus obligé d'avoir recours à une grande forge. En réfléchissant sur ce qui venait de m'arriver, je fus amené à penser qu'il y aurait eu un moyen d'obtenir plus de vent avec un soufflet de même dimension, pouvant également s'appliquer à une forge volante, pour les cas extraordinaires où j'aurais besoin d'augmenter l'intensité de la chaleur, en changeant quelque chose dans la construction de ce soufflet de rechange; sauf à remettre en place le soufflet ordinaire lorsqu'il s'agirait simplement de forger ou de tremper les petits objets pour lesquels la forge volante était destinée.

J'observai qu'à chaque coup de main la corde *x* de la branloire tirant le levier *e*, ne faisait entrer dans le soufflet ordinaire, fig. 62, qu'une partie de vent équivalant au tiers de la capacité totale du soufflet; de telle sorte qu'en tenant la buse

fermée, deux coups de main suffiraient pour remplir le réservoir d'air. Cette construction, pensai-je, est très-bonne pour les cas ordinaires. Au premier coup (lorsque la buse est libre), le soufflet commence à souffler, parce qu'une partie de l'air que ce premier coup a fait passer dans le réservoir s'échappe de suite par la buse ; un second coup produisant un second tiers, arrive avant que la première masse d'air soit écoulée, et après quatre ou cinq coups, le réservoir se trouve rempli. Si l'on ne veut alors qu'un vent modéré, il suffit d'entretenir, au moyen de petits coups, le réservoir d'air, modérément chargé, toujours plein ; mais si l'on veut un vent plus fort, il faut continuer à faire mouvoir le ventilateur selon toute sa portée, c'est-à-dire, à faire entrer à chaque coup de main un tiers de la totalité du vent. L'air alors se condense dans le réservoir qui reste toujours plein ; et comme le vent nouvellement produit et sans cesse ramené, ne trouve plus à se loger dans le réservoir qui reste ouvert malgré le poids dont il est chargé, il faut bien qu'il se dirige vers la buse et sorte du canon avec impétuosité. Dans ce cas, ce vent sera saccadé, mais aussi, plus violent que dans le cas ordinaire, où l'on se contente d'alimenter le réservoir.

Ces réflexions m'amenèrent à penser qu'un soufflet de même capacité que celui placé dans ma forge volante pourrait acquérir beaucoup de force si, au lieu de faire le réservoir d'air deux fois aussi grand que le ventilateur, je faisais au contraire le ventilateur double en capacité du réservoir d'air. L'expérience justifia cette théorie : à chaque coup de main je faisais entrer dans la totalité des deux soufflets deux tiers de vent au lieu d'un tiers qu'on y fait entrer en suivant la méthode ordinaire. Dès le premier coup, le réservoir était plein, et un tiers était obligé de se précipiter vers la buse, et de s'y frayer un passage ; au second coup, deux tiers surabondants étaient obligés de se frayer un passage, en exceptant

cependant la petite quantité d'air que le réservoir avait perdu pendant l'inspiration du ventilateur, quantité presque insensible, parce que l'air étant violemment comprimé dans le réservoir, avait d'abord commencé par se distendre et procurer du vent avant qu'il fût possible de remarquer que le poids dont le réservoir était chargé descendît sensiblement.

Ce soufflet ainsi construit fondit facilement le métal que le soufflet ordinaire avait trouvé réfractaire ; mais aussi le vent fourni, bien que continu, n'était pas égal et sortait avec violence pendant la pression qui était dure et pénible; il cessait lorsque cette pression avait cessé dans un espace de temps moitié moins long que dans les soufflets ordinaires.

Nous n'entretiendrons pas nos lecteurs de ces vastes machines soufflantes qu'on emploie dans les fonderies de fer. Cela sortirait du cadre dans lequel nous devons nous renfermer ; ces caisses en bois dont les vannes sont mues par la puissance des eaux ne pourraient jamais, étant même réduites à de très-petites proportions, servir avec avantage au forgeron ou à l'amateur; elles perdraient trop d'air, seraient trop dures à manœuvrer et ne donneraient qu'un vent interrompu, bon pour la fonte, peu propre à la forge ordinaire. Nous engageons cependant les amateurs à ne jamais négliger l'occasion de les visiter et de les observer attentivement. Celui qui voudra donner au feu de sa petite forge toute l'activité qu'il est susceptible d'avoir, pourra disposer son bâtis de manière à se réserver la faculté de placer dans une position verticale au-dessus de son feu, un tube de fer qui, une fois échauffé, amènera un courant d'air qui entretiendra la combustion lors de la cessation de l'action du soufflet : la combinaison de ces deux moyens doit nésessairement apporter une augmentation dans la production de la chaleur (1).

(1) Nous croyons faire plaisir à nos lecteurs en leur rapportant ici des observations faites par notre célèbre Buffon ; continuées par Guyton-Morvaux. Encore bien que ces

Tels sont les moyens ordinaires avec lesquels les forgerons alimentent d'air le foyer; nous pourrions passer de suite à la description des machines récemment découvertes, et que les

observations ne se rapportent pas absolument à l'objet qui nous occupe, elles sont cependant bonnes à connaître, et offriront de l'intérêt à ceux qui s'occupent de métallurgie en général. C'est Guyton-Morvaux qui parle dans une lettre sur les hauts fourneaux sans soufflet.

« ..... je crois entrer dans vos vues en vous communiquant des faits qui sont de ma parfaite connaissance, dont la date est authentique, et qui pourront servir non-seulement à l'histoire de cet art *(la métallurgie)*, mais encore à diriger les essais..... J'ai quelquefois assisté, ou même coopéré à plusieurs expériences en grand aux différentes époques où je pouvais aller jouir à Montbar de la société de cet illustre naturaliste qui m'honorait de son amitié.

» Ce fut à la fin d'un fondage qui avait duré quatre mois, dans un fourneau de vingt pieds de haut qu'il fit enlever les soufflets, leur substitua un ventilateur simple formé d'un cône creux de vingt-quatre pieds de longueur, et l'on continua de charger pendant quatre jours jusqu'à deux milliers de charbon, et quatre milliers de mine; on en tira à divers intervalles des loupes qui, avec celles qu'on trouva en vidant le fourneau donnèrent à la forge 140 kilogrammes (280 livres) de barres, les unes de bon fer, les autres d'acier, ou en partie de fer et d'acier.

» Ce résultat était peu satisfaisant d'ailleurs pour la durée de l'opération et la quantité du produit, qui, comme le remarque Buffon, eût été de 400 kilogrammes (800 livres) de fer par la méthode ordinaire; mais c'était un premier essai, bien encourageant, de la première pensée de fondre sans soufflet; il résolut d'y donner suite en cherchant seulement à rendre les expériences moins chères.

» Il fit construire pour cela de petits fourneaux dont il donne la description et les dimensions; la capacité était diminuée d'un tiers, et cependant la hauteur était encore de 4 mètres 60 (14 pieds). La manière dont il en parle (dans le 9e Mémoire de la partie expérimentale), annonce qu'il y avait fait et y faisait encore des changements essentiels, à mesure que l'expérience lui apprenait quelque chose de nouveau; comme il n'a pas décrit tous ces changements, parce qu'il n'était pas parvenu à une méthode fixe pour conduire le feu, et parce que plusieurs de ces améliorations n'étaient encore qu'en projets à cette époque, j'essaierai d'y suppléer, d'après les notes que j'ai conservées de ce que j'en ai vu.

» Il avait en effet commencé par adapter son ventilateur conique au trou pratiqué à 162 millimètres (6 pouces) de hauteur du fond de ce fourneau pour pomper l'air. Il avait de plus fait placer sur la tour carrée que formait le gueulard, un tuyau d'aspiration en fer battu, de 3 mètres 33 centimètres (10 pieds) de hauteur, dont il attendait un grand effet, d'après ce qu'il avait observé du tirage d'un fourneau que j'avais fait construire deux ans auparavant dans son atelier à Montbar, sur les principes de Macquer.

» Dix-sept expériences variées successivement dans ces fourneaux, soit avec le ventilateur et le tuyau d'aspiration, soit en les supprimant, donnèrent toujours de l'acier, du fer, et quatre fois seulement mêlés d'un peu de fonte; mais ces produits ne furent

amateurs pourront s'amuser à exécuter en petit pour leur usage particulier ; mais avant, nous pensons faire plaisir à la majeure partie de nos lecteurs, en leur donnant quelques ren-

nullement uniformes ni pour la qualité, ni pour la quantité, lors même que l'on s'était assujetti à suivre avec toute l'exactitude possible les mêmes procédés.

« Ce que l'on put conclure de moins équivoque, ce fut que le ventilateur et le tuyau d'aspiration ne répondirent point à l'effet qu'on s'en était promis : le premier, destiné à conduire dans le fourneau de l'air tiré de loin et, par conséquent, plus frais, ne parut pas augmenter l'intensité du feu ; quant au second, j'en fus moins surpris, parce que formant avec la tour en maçonnerie sur laquelle il était posé, un canal de près de 8 mètres (24 pieds) d'élévation, il excédait de beaucoup les proportions convenables pour donner un bon tirage, proportions tellement fixes, que j'ai souvent éprouvé, toutes choses d'ailleurs égales, qu'en élevant ou abaissant cette colonne de 4 à 5 décimètres (5 à 7 pouces), il devenait impossible d'obtenir le même degré de chaleur. La forme carrée de ce tuyau était encore très-peu favorable ; il exigeait, enfin, une manœuvre très-embarrassante toutes les fois qu'il fallait le déplacer pour charger de mine et de charbon, ainsi que Buffon l'a annoncé, aussi ne tarda-t-il pas à le faire enlever, après les deux ou trois premières opérations.

« Une des circonstances qui me parut les plus frappantes dans ces expériences, c'est que toutes les fois que l'on mettait dehors, on trouvait du côté du contre-vent, c'est-à-dire, du côté opposé à l'ouverture pratiquée pour donner accès à l'air dans le fourneau, une quantité assez considérable de charbon noir et de mine crue, comme si la propagation du feu ne s'était faite que dans une partie de la capacité du fourneau du côté de l'entrée de l'air.

« Cet inconvénient était grave sans doute et pouvait suffire en quelque sorte à rendre raison de la disproportion des produits avec la quantité des matières employées et la durée des opérations ; mais il était aisé de voir qu'il provenait de ce que l'air entrant d'un seul côté, s'élevait rapidement par la route la plus courte sans se répandre dans la capacité du fourneau, et probablement aussi de l'insuffisance du volume de ce courant pour la remplir. Le remède se présentait donc naturellement, c'était de pratiquer une seconde ouverture pour donner aussi entrée à l'air du côté opposé, comme dans les fourneaux de cémentation, ou bien encore de porter ces ouvertures à trois, comme dans les fours à porcelaine.

« L'essai de ces moyens aurait été fait immédiatement, sans une circonstance qui le rendait impossible dans la position où le fourneau avait été construit. Il avait été placé dans un angle et, par conséquent, adossé de deux faces à de gros murs appartenant à d'autres bâtiments. On sentait d'autre part la nécessité de substituer à la forme carrée la forme circulaire, plus avantageuse en elle-même, et se prêtant mieux à la disposition d'un plus grand nombre de tisards. Nous combinâmes enfin les moyens d'empêcher que le métal en fusion pâteuse descendant à la hauteur des étalages, ne vînt obstruer les tisards, en s'y arrêtant, au lieu de tomber dans l'ouvrage : ce que j'ai toujours regardé comme la plus grande difficulté de cette entreprise.

« Ce projet arrêté et fixé par un dessin, l'exécution en fut remise à un autre temps. J'en espérais d'autant plus, qu'en réfléchissant sur les énormes quantités de laitiers

seignements sur les machines soufflantes qui ont précédé celles dont nous leur donnerons en définitive la description. Ces machines compliquées, nous dira-t-on peut-être, serviront plutôt dans les usines, les fonderies et les grands établissements, qu'au simple forgeron ou à l'amateur qui veut se construire une forge. Nous répondrons : nous croyons utile d'en parler, parce que d'abord ces agents producteurs de l'air sont bons à connaître pour celui qui voudrait, par de nouvelles études, tenter de reculer les bornes de l'art, et parce qu'ensuite ces détails intéresseront infailliblement les amateurs qui seront flattés de trouver ici réuni, tout ou du moins la majeure partie de ce qui a été fait sur cette matière.

L'on a observé qu'une grande portion de la puissance des machines soufflantes était perdue à pousser avec trop de vélocité l'air dans le feu, et que si cette vélocité était diminuée à un certain degré, il suffirait d'ajuster convenablement la machine soufflante pour chasser dans le feu, avec le même pouvoir une quantité d'air proportionnellement plus considérable. En

qui couvrent les montagnes et des coteaux très-élevés, j'étais disposé à penser qu'il ne s'agissait que de retrouver un art qui avait existé, les anciens n'ayant connu d'autres moteurs que les cours d'eau, et n'étant nullement probable qu'ils eussent pu faire jouer continuellement de grands soufflets à bras d'hommes.

» La suite de ces expériences devoit faire la matière d'un second mémoire, annoncé par Buffon en terminant le premier ; mais il fut obligé, quelque temps après, d'y renoncer, etc., etc. »

Ces expériences furent depuis reprises avec assez de succès ; mais comme ces fourneaux sans soufflets n'étoient destinés qu'à la fabrication du fer, dont nous ne pourrions parler sans nous écarter de notre but, nous renvoyons pour ce sujet, le lecteur qui voudrait approfondir cette matière, aux monographies. On conçoit qu'il nous serait impossible de donner des notions satisfaisantes sur le grand art de la fabrication du fer, qui fait l'objet de longs ouvrages. Si l'on veut s'amuser à forger avec un feu alimenté sans soufflet ; on peut construire un fourneau en briques affectant la forme de ces cheminées en fonte qu'on voit dans nos appartements : on fera de même une porte pouvant monter et descendre à volonté pour animer ou ralentir le feu, suivant le besoin ; nous nous sommes longtemps servi d'un pareil fourneau ; mais il s'est rencontré beaucoup de pièces dont la forme et les dimensions ont été des obstacles à leur introduction dans ce fourneau. C'est ce qui fait que nous indiquons seulement ce moyen sans en conseiller l'emploi.

effet, puisque les quantités d'un fluide quelconque sortant par la même ouverture sont comme les racines carrées de la pression, il suit qu'il faudra quatre fois sa pression pour expulser le double de la quantité d'air par le même orifice et dans le même temps. Mais si le diamètre de l'ouverture était doublé, alors la quantité d'air expulsée par le même pouvoir et dans le même temps, serait augmentée dans la raison de la racine carrée de 2 à 1, quoique la vélocité se trouvât diminuée exactement dans la même proportion.

Il est essentiel de remarquer que la quantité et l'intensité de la chaleur produite n'existe qu'en proportion de la quantité d'air décomposé pendant la combustion, sans égard à la plus ou moins grande vélocité, ni à la dimension des tuyères par lesquelles elle a été introduite. Nous ne saurions mieux expliquer cet effet que par la comparaison du fourneau à réverbère, dans lequel l'air n'est pas chassé par ces moyens mécaniques, et où cependant le courant qui traverse les barreaux de la grille excite une chaleur plus grande que celle qui règne dans le fourneau de réduction. On est fondé à croire qu'en augmentant la quantité d'air on réussira à accroître la chaleur, quoique la densité et la vélocité de l'air soient infiniment moindres.

Des expériences, qu'il serait trop long de rapporter, ont constaté ce fait qui semble être en contradiction avec l'idée reçue jusqu'à ce jour, c'est à l'expérience seule à déterminer les rapports de la puissance, de la vélocité et de la quantité d'air nécessaires pour produire un maximum d'effet. Nous ne saurions donc pas dire au lecteur : l'air qui remplit la capacité d'un soufflet de forge de telle grandeur, doit s'échapper par un trou de tel diamètre, afin que le soufflet produise sur le feu le plus d'effet possible et soit en même temps plus facile à manœuvrer. Le temps nous a manqué pour faire cette expérience, et il nous semble qu'elle ne serait facilement pratiquée

qu'au moyen de plusieurs tuyères de divers diamètres, qu'on pourrait aisément adapter l'une après l'autre au canon d'un soufflet. On déterminerait alors ces deux points essentiels à fixer : Dans quelle proportion le feu est-il plus fort? Dans quelle proportion le soufflet est-il plus doux à faire mouvoir? La solution de ces questions serait une chose importante pour les arts.

Avant la découverte qui a été faite que l'air chaud était ce qui convenait le mieux, on était persuadé que plus l'air lancé dans le feu était froid, plus le feu était actif. Cette idée a donné lieu à une foule d'expériences très-intéressantes. On s'est persuadé qu'on obtiendrait beaucoup d'effet si l'on parvenait à rafraîchir l'air destiné à alimenter les foyers, et pour y parvenir, on a établi, ainsi que nous venons de le rapporter dans la note ci-dessus, d'après Guyton-Morvaux, un ventilateur horizontal, évasé à l'endroit où il prenait l'air, rétréci à l'endroit où il devait amener l'air dans le feu; ce moyen ne parait pas avoir réussi à l'illustre physicien. Trouvant quelque chose d'obscur dans l'énonciation, j'ai répété l'expérience avec un long tuyau; je n'ai obtenu aucun résultat qui pût me faire penser qu'avec des moyens plus parfaits il eût été possible de mieux faire. De nouvelles expériences mieux dirigées pourront cependant amener d'autres résultats, surtout si l'on dispose les deux tuyaux de telle sorte que l'action du tuyau vertical soit beaucoup plus forte que celle du tuyau horizontal; on pourra alors établir un courant d'air abondant et rapide; mais ce ne sont que des suppositions, et des suppositions que les faits ont démenties jusqu'à ce jour.

D'autres personnes tournèrent leurs essais d'un autre côté, elles pensèrent qu'en faisant passer l'air destiné à leurs feux par des endroits frais et humides, elles rendraient cet air plus froid. La première épreuve se fit avec une vaste tonne renfermant quelques seaux d'eau dans laquelle on fit entrer par un bout la buse du soufflet, tandis que de l'autre on plaça l'o-

rifice du canon ou conduit communiquant avec la tuyère. L'expérience ne réussit pas d'abord entièrement, il fut même démontré que les parties aqueuses que l'air entraînait avec lui, loin d'augmenter la chaleur comme quelques-uns le pensaient, ne faisaient que ralentir l'action du feu. On prétendit que le bois étant mauvais conducteur de la chaleur, l'air renfermé dans la tonne ne pouvait perdre la chaleur qu'il y amenait; que l'eau d'ailleurs qui passée dans le feu était en trop petite quantité pour que sa décomposition durant la combustion pût remplacer avantageusement la quantité d'air à laquelle elle interceptait le passage, l'air étant compressible à l'infini; d'autres raisons physiques et paraissant très-fondées vinrent en foule prouver la nullité d'un fait que l'expérience avait déjà combattu. Il en résulta cependant cet avantage précieux, que le vent produit fut parfaitement égalisé. On poussa plus loin l'expérience. On creusa dans le roc d'immenses caves, destinées à devenir de vastes réservoirs dans lesquels il serait facile de comprimer l'air (on avait en vue de faire parvenir dans le feu un vent parfaitement égal et continu). Nous allons rapporter à nos lecteurs l'expérience qui a été faite à ce sujet; elle n'est peut-être pas directement applicable à l'objet qui nous occupe, mais elle présente cependant un intérêt assez puissant pour que tout forgeron qui aime à raisonner son art, soit bien aise de la retrouver ici, d'autant plus qu'elle a été couronnée par le succès.

Les forges de Devon sont situées en Ecosse, à trois milles d'Alloa. Les deux hauts fourneaux ont 44 pieds d'élévation sur 13 pieds de largeur au-dessus du creuset; ils sont adossés à un coteau très-escarpé au moyen de deux excavations pratiquées dans le roc, formé de grès siliceux. Un avantage singulier est attaché à ces forges, le grès fourni par le rocher sert à la construction du creuset et au revêtissement de l'intérieur; une partie de la cheminée est formée avec des

briques faites de laitier. Derrière ces fourneaux, et au-dessous de la rampe par laquelle on conduit la charge, on a pratiqué des voûtes à air excavées dans le roc, à 16 pieds de distance des fourneaux. Ces voûtes ont, à un bout, une ouverture pour recevoir l'air de la machine soufflante, et l'autre a deux ouvertures dont l'une est destinée à ouvrir l'entrée de la cave en cas de besoin, et l'autre, à laisser sortir le tuyau qui conduit aux fourneaux l'air comprimé. La roche étant extrêmement solide, l'air ne s'échappe pas, et il suinte seulement de temps en temps quelques gouttes d'eau, qui ne forment pas la valeur d'une pinte en 24 heures.

L'air de ces caves est fourni par une machine à vapeur dont le cylindre a 48 pouces 1/2 de diamètre et dont le piston présente une surface d'environ 1866 pouces 1/2 carrés. La force de cette machine est à raison de 7 livres par pouce carré, ce qui donne un effort de 13,062. Cette force agit sur une pompe pneumatique ou machine soufflante de 78 pouces de diamètre et de 7 pieds de long. Le nombre de pouces carrés de la superficie du piston de cette pompe pneumatique est de 4,778; cette somme, multipliée par 2 3/4, donne pour résultat un effet de 13,139 et quelque chose, résistance qui balance à peu près le pouvoir de la machine à vapeur et démontre que l'air expulsé par la machine pneumatique ne pourrait pas être condensé avec une force moindre de 2 livres 3/4 par chaque pouce carré.

La machine n'ayant pas été réglée d'abord de manière à donner un coup de piston d'une étendue plus grande que 1,3219 mètre (4 pieds 6 pouces), on n'a pu employer qu'un seul fourneau. La quantité d'air produit par chaque coup de la machine était d'environ 155 pieds cubes, déchargés seize fois par minute à travers la soupape dans la cave ou réservoir à air. Quand on met deux fourneaux en chauffe, on règle la

machine pour travailler avec plus de vitesse et avec un coup de piston plus allongé. Les dimensions du réservoir à air étaient de 21,9384 mètres (72 pieds) de long sur 4,2658 mètres (14 pieds) de large, et de 3,9611 mètres (13 pieds) de hauteur. Il contient au-delà de 13,000 pieds cubes, ou quatre-vingts fois la capacité de la pompe à air de la machine soufflante. Les parois, le dessus et le fond de cette cave, partout où l'on a pu s'apercevoir de la moindre fissure, ont été soigneusement calfatés et ensuite enduits d'une couche de plâtre, puis tapissés de papier goudronné.

L'objet de la construction de cette voûte était, comme nous l'avons dit, d'égaliser le vent et de rendre l'opération du souffler aussi uniforme que possible. Ce résultat a été complètement obtenu. L'air est conduit de la voûte au fourneau par un tuyau de 49 centimètres (16 pouces) de diamètre dans une boîte ou réservoir qui communique avec les deux tuyères des fourneaux. Cette boîte est divisée en deux parties par un grand robinet qui ferme la communication avec celui des deux fourneaux qui n'est pas en chauffe; on la laisse libre à tous les deux, en cas de besoin. Le diamètre des tuyaux à l'entrée des fourneaux est de 0,0635 à 0,0698 mètre (2 pouces 1/2 à 2 pouces 3/4) au plus.

L'usage, dans ces forges, est de chauffer doucement, pendant un mois et demi au moins, le fourneau qu'on veut mettre en chauffe et qu'on tient toujours rempli de coke. Les ouvriers ne se servent d'abord que d'une tuyère de 0,0571 mètre (2 pouces 1/4) de diamètre; ils laissent échapper aussi une quantité considérable d'air par la soupape placée au-dessus de la boîte à air, dont nous venons de parler. Cette méthode vicieuse tient à un préjugé des ouvriers qui pensent que ce n'est qu'au bout de quelques mois qu'on peut obtenir une belle chauffe. On sent bien qu'il est difficile de déterminer la quantité d'air qui échappe par une pareille

opération, et on conçoit qu'il est presque impossible d'avoir une égalité de chaleur; qu'on s'exposera même, dans les moments de la diminution de la pression par l'ouverture de la soupape, à voir le fourneau se refroidir et se noircir à l'entour des tuyères et le minerai se réduire.

Ces erreurs occasionées par la routine décidèrent un ingénieur intéressé dans ces forges, M. *Roebuck*, à entrer dans la cave, pendant l'opération, pour examiner d'où provenait ce refroidissement momentané: il vit qu'il résultait des causes que nous venons d'indiquer. Il ne sera peut-être pas inutile de consigner ici les phénomènes qui ont été observés dans la cave par cet homme courageux, qui ne trouva qu'un seul commis assez hardi pour s'y enfermer avec lui; tous les ingénieurs et tous les ouvriers ayant refusé de l'y accompagner.

On avait arrêté la machine soufflante deux heures avant leur entrée dans la cave; elle était remplie d'une espèce de brouillard humide qui disparut presque aussitôt que la porte fut fermée (cette porte fixée avec des vis fermait hermétiquement) et que la machine eut joué deux à trois coups. Peu de temps après ils éprouvèrent une sensation singulière aux oreilles, comme s'ils les eussent bouchées avec les doigts, et cette sensation dura tout le temps qu'ils restèrent dans l'air condensé; mais une chose assez remarquable, c'est que leur respiration ne fut nullement gênée. La température intérieure était à peu près celle du dehors; le son de leur voix était considérablement augmenté, et la moindre percussion sur un objet quelconque produisait un bruit considérable. Le sifflement de l'air qui s'échappait par les tuyères ressemblait au bruit d'un torrent qui paraissait revenir sur eux. Il ne régnait pas le moindre vent; la flamme de leur lumière était immobile, et ne s'agitait même pas quand ils la présentaient devant le tuyau d'éduction. Il ne s'égouttait point d'eau de la tuyère;

le peu qui en suintait des parois du rocher était la même qu'avant la mise en action de la machine; enfin tout, excepté la pression sur les oreilles, leur paraissait comme s'ils eussent été dans l'atmosphère ordinaire.

Après une demi-heure de séjour, ils furent convaincus que l'eau ne jouait aucun rôle dans le refroidissement du fourneau, puisque loin d'être vaporisée, elle coulait au fond de la chambre. Ils donnèrent le signal pour faire arrêter la machine. Aussitôt, et avant qu'on eût eu le temps de dévisser la porte d'entrée, toute la cave se remplit, en deux ou trois secondes, d'une vapeur épaisse qui les empêcha de distinguer leur lumière à 0,975 (3 pieds) de distance. L'inquiétude des ouvriers qui se précipitèrent alors dans la cave pour savoir ce qui leur était arrivé ne leur permit pas de faire d'observations ultérieures.

(Rapport de M. Roebuck à sir James Hall, membre de la Société royale d'Edimbourg.)

Le brouillard épais et humide qui se fit remarquer à l'instant où l'on ouvrit la porte, n'était dû qu'à la décomposition de l'air par la chaleur du fourneau qui réagissait sur la masse d'air contenue dans la cave, aussitôt que la condensation par la pompe pneumatique venait à cesser.

Depuis cette expérience, on a encore tenté de perfectionner ces vastes réservoirs d'air; nous ne parlerons pas des essais qui ont été faits à cet égard; ce que nous avons dit des caves à air suffira pour donner une idée des caves à air et à eau, imaginées depuis. Comme tous ces renseignements sont plutôt donnés au lecteur pour son agrément que pour son utilité relativement à l'objet qui nous occupe, nous ne ferons que lui parler très-sommairement des autres inventions de ce genre, jusqu'à ce que nous soyons arrivés à celles qui doivent particulièrement fixer son attention, comme pouvant recevoir une application utile et directe à l'art du forgeron.

On vient de voir quels ont été les efforts des ingénieurs pour se procurer un air égal et continu, au moyen de la cave à air, puis un air continu et plus frais au moyen de la cave à air et à eau. Les résultats qu'ils ont obtenus ont sans doute été très-flatteurs ; mais comme d'une autre part, on a remarqué, ainsi que nous l'avons dit plus haut, qu'un air humide est moins productif de chaleur qu'un air sec ; il était évident qu'il restait encore quelque chose à faire, puisqu'on n'avait pu rafraîchir l'air qu'en le chargeant d'humidité. Ainsi, des trois clauses que l'on croyait essentielles de remplir pour obtenir la perfection : un air continu, froid et sec, les deux premières ont seules été obtenues ; l'expérience, l'étude, de nouveaux essais n'ont pas tardé à faire connaître ce qui n'avait pu encore être trouvé (1).

Indépendamment des trois clauses dont on demandait l'exécution pour que la perfection fût incontestable, il en est encore deux d'un intérêt moindre, mais cependant réel, dont les maîtres de forge ont reconnu l'existence et qu'ils se sont attachés à remplir. La première était de conserver pendant un long temps la même température à l'air sortant par les tuyères ; la seconde était de pouvoir régler à volonté la compression de l'air contenu dans les réservoirs, afin que l'émission dans le feu fût toujours égale et de même force, lorsqu'il serait besoin. Ces deux conditions ont été remplies par la cave à air et à eau. La cave à air servant à égaliser la force du vent, celle à eau servant à égaliser la température. On inventa d'ailleurs plusieurs régulateurs dont nous parlerons dans la suite.

Ce que nous venons de rapporter pourra fournir des idées à celui qui voudra, dans de petites proportions, essayer d'augmenter et de régulariser la puissance de sa machine souf-

(1) Voir plus loin l'emploi de l'air chaud si avantageux, même dans les petites forges.

flante. Nous allons jeter un coup-d'œil rapide sur quelques-unes des nombreuses inventions des ingénieurs, en nous attachant spécialement à celles qui, par leurs formes, seront susceptibles d'être exécutées en petit et d'être ainsi rendues propres à entrer dans la boutique du forgeron ou dans l'atelier de l'amateur.

Machine soufflante d'O'reilly.

Cette machine à pistons nous paraît d'autant plus digne de fixer l'attention de nos lecteurs, qu'il est facile de l'exécuter sur une très-petite échelle, et de la rendre propre, par ce moyen, à rendre service dans l'atelier privé. Un tourneur en construira les diverses pièces avec beaucoup de facilité; l'arbre de la roue motrice d'un tour, laquelle servira alors de volant, sera suffisant moyennant un petit changement dans sa forme, pour mettre la machine soufflante en mouvement, et produire un air vif et soutenu à la petite forge mobile qui sert à forger et à tremper les outils, à fondre les métaux, et, en général, à faire des expériences sur ce qui concerne la métallurgie.

Nous allons laisser l'auteur parler lui-même : « Les machines soufflantes à caisses prismatiques de bois exigent un ouvrier habile pour les construire, chose qu'on ne trouve pas communément dans les environs des forges; tandis qu'il n'y a pas de contrées en France, quelque isolées qu'elles soient, où l'on ne trouve un tonnelier. C'est précisément cette disette d'ouvriers qui nous a fait songer à employer pour une machine soufflante des tonneaux ou des cylindres de bois, et à convertir une grande cuve à vin (que le hasard à mise sous nos mains) en un régulateur que nous avons renversé sur l'eau et arrêté au fond d'un réservoir de maçonnerie.

Nous avons fait exécuter pour les forges de Preuilly (Indre-

et-Loire), une machine soufflante de cette espèce; le propriétaire, M. J. Ouvrard, nous a invités à introduire dans cette usine tous les nouveaux procédés adoptés depuis longtemps en Suède et en Angleterre; en un mot à y porter la fabrication du fer au plus haut degré de perfection.....

La machine est placée dans une chambre à l'extrémité de la forge (la force motrice est une chute d'eau, le moteur une roue à aubes); cette chambre est ouverte du côté de l'étang pour que l'air puisse y avoir un accès facile. Les trois cylindres en bois sont placés dans une charpente très-solide. Au-dessus de cette charpente se trouve un arbre coudé à tiers-point, surmonté d'un volant du côté de la roue, qui sert à régulariser le mouvement de la machine. L'arbre coudé est pourvu à l'extrémité opposée au volant d'une roue d'angle dentée qui tourne un pignon sur l'axe duquel il y a deux sphères de métal dont l'écartement par sa force centrifuge fait baisser le levier de la pale, diminue par conséquent l'ouverture de l'eau distribuée sur la roue, et retarde sa marche. Dès que la vitesse de rotation se ralentit, les sphères s'abaissent, le levier brisé relève de nouveau la pale, et accroît ainsi la force motrice en distribuant une plus grande quantité d'eau. Cette invention ingénieuse de Wast, qui l'employa le premier dans ses pompes à vapeur, est un moyen inappréciable pour régulariser le vent qu'on veut porter dans les usines (1).

A l'opposé de la roue nous faisons creuser un réservoir en maçonnerie de $2^m,274$ (7 pieds) de profondeur où nous avons placé la cuve à vin renversée qui nous sert de régulateur, et afin d'établir la pression qu'il convient de donner à l'air renfermé dans le régulateur; nous adoptons à l'extrémité d'une

(1) Ce régulateur et le mécanisme particulier qu'il exige ne sont pas nécessaires lorsqu'on est soi-même le moteur, attendu qu'on modère à volonté le mouvement de rotation, en suivant les indications données par le ventimètre dont il sera parlé plus bas.

tige une boule creuse de fer-blanc qui, flottant sur la surface de l'eau, indique la quantité déplacée dans l'intérieur de la cuve, et par conséquent le poids qui sert à comprimer l'air; une sonnette placée à un point fixe fera savoir aux ouvriers si la compression de l'air a passé les limites qu'on a voulu assigner.....

Sans doute ce réservoir à air n'a pas une capacité proportionnée à la machine, mais l'économie sévère que nous avons été forcé d'introduire dans cette petite usine, nous a obligé d'employer les objets qui se trouvaient sous notre main.

Explication de la figure 69 ; *coupe sur la longueur de la machine soufflante.*

a partie de l'arbre de la roue à aubes traversant le mur de la forge.

b empoise pour soutenir le tourillon de l'arbre.

c plume-seuil de l'arbre scellé dans la maçonnerie.

d manivelle coudée fixée sur l'extrémité carrée du tourillon et destinée à faire marcher la machine.

e bielle de fer ou de bois qui communique le mouvement à l'arbre coudé au moyen de la manivelle *f*.

g volant en fonte de 4^m,8725 (15 pieds) de diamètre.

h h h montants de charpente.

i i i coussinets de potin ou de cuivre, dans lesquels tourne l'arbre à manivelle.

k arbre coudé à tiers-point et formant trois manivelles auxquelles sont attachées les bielles qui font marcher les pistons.

l l l bielles des trois pistons en fer, combinées avec le chapeau de la tige du piston par une articulation, *y* fig. 66.

m m m coulisses pour diriger les tiges des pistons et maintenir leur perpendicularité.

nnn les trois cylindres de la machine soufflante. Ils ont $1^m,137$ (3 pieds 1/2) de diamètre dans œuvre, sur $1^m,272$ (3 pieds 10 pouces) de hauteur; les douelles ou douves sont en bois de chêne très-sec, de $0^m,068$ (2 pouces et demi) d'épaisseur, et retenues par sept cercles de fer à vis.

oo soupapes placées dans le fond de chaque cylindre pour l'admission de l'air; on doit leur donner les plus grandes dimensions possibles sans nuire à la solidité du fond. Le fond doit être assemblé en plusieurs morceaux à panneaux, avec des clefs chassées à travers pour empêcher que le bois ne se déjette. Ce fond est boulonné contre les douelles, et arrêté sur les semelles de la charpente pour l'empêcher de varier dans sa position. Au milieu, on pratique un trou de $0^m,11$ (4 pouces) de diamètre, pour la sortie de l'air refoulé.

ppp tuyaux à air, en fonte, celui du milieu est vu en coupe pour laisser voir le clapet ou soupape près de *p*, qui empêche le retour de l'air du réservoir; ces tuyaux reposent sur des madriers scellés dans la maçonnerie, et y sont attachés par des brides; l'autre extrémité entre dans le couvercle ou fond renversé de la cuve.

q fosse au-dessous de la charpente pour que l'air puisse arriver librement aux soupapes des cylindres soufflants, ainsi que pour faciliter le rechange des tuyaux.

r réservoir en maçonnerie, bâti à chaux et à ciment, et rempli à moitié d'eau. Au fond de ce réservoir est placé un chantier de bois, scellé dans la maçonnerie, contre lequel sont boulonnés les bords de la cuve renversée.

s cuve faite en fortes douelles de bois de $2^m,274$ (7 pieds) de diamètre sur $3^m,411$ (10 pieds 1/2) de hauteur. Il vaudrait mieux l'avoir plus grande, mais ce sont les dimensions de la cuve dont nous nous sommes servis. Ce réservoir est fortement cerclé en fer, et avant d'être mis en place on a soin

de l'espalmer à plusieurs reprises ainsi que les cercles avec un mélange de goudron, de brai sec et d'un peu de suif, pour l'empêcher de pourrir par le séjour dans l'eau. Le fond renversé, que nous appelons couvercle, est percé de trois trous de $0^m,11$ (4 pouces) de diamètre dans lesquels viennent s'engager les extrémités des tuyaux *pp*; on met des rondelles de cuir entre le bois et la fonte, pour que le vent ne puisse s'échapper. Le trou du centre est surmonté d'un grand tuyau coudé *t*, qui conduit le vent aux buses des tuyères.

u tige du flotteur qui indique la hauteur de l'eau dans le réservoir. La machine étant en repos et l'eau à une hauteur de 1 mètre (3 pieds) au-dessus des bords de la cuve renversée, on fait marcher la machine : dès que la pression de l'air déplace l'eau contenue dans l'intérieur de la cuve, la boule creuse ou flotteur de la tige *u* s'élève avec l'eau, et l'aiguille marque sa hauteur, qui sera double de la somme de son élévation; car si l'air comprimé déplace un pied dans l'intérieur de la cuve, l'eau remontera un pied en dehors et la compression sera ainsi égale à deux pieds, et ainsi de suite (1).

v, roue dentée à angle, placée à l'extrémité de l'arbre à manivelle *k* s'engrenant dans un pignon à angle, placé au-dessous, et qui fait tourner une tige surmontée de deux branches *w*, à joints brisés. Les extrémités de ces branches sont surmontées de deux sphères de fonte, dont l'écartement, par la vitesse de rotation fait baisser la tige *x*, qui communique avec le levier double de la pale, et en haussant ou baissant,

(1) Le rapport sera exact si la capacité de l'espace du réservoir *r* était remplie par la cuve renversée et égale à la contenance de l'intérieur ; dans ce cas seulement, l'eau abaissée dans la cuve s'élèvera d'autant à l'extérieur. Sinon cette élévation sera proportionnée à la grandeur relative des deux contenances. Le déplacement d'eau dans la cuve devant produire une différence plus grande au dehors, si la cuve remplissait le réservoir *r* de manière à ce qu'il n'y eût que peu d'espace entre les parois de ce réservoir et le pourtour de la cuve. Cette grandeur relative des deux espaces importe peu au succès de l'opération ; on ne tracera l'échelle des degrés que lorsque la machine sera en place et qu'elle aura joué.

règle la quantité d'eau distribuée sur la roue à aubes et par conséquent régularise le mouvement de la machine.

Fig. 70, coupe transversale de la machine prise à travers la première manivelle coudée.

yy, articulations qui combinent les bielles *ll*, avec les chapeaux de la tige des pistons.

zz, deux rouleaux de fonte, roulant dans les coulisses *mm*, pour diminuer le frottement dans le moment où les manivelles font dévier les bielles de la verticale. La tige est emmanchée à mortaise dans le piston; elle est en bois de chêne de $0^m,094$ (3 pouces 1/2) carrés. Le piston est assemblé de la même manière que le fond déjà cité. A l'entour est pratiquée une rainure, où l'on cloue un rebord en cuir et une espèce de matelas rempli de crin. Le rebord de cuir pend près de 0^m 08 (3 pouces) plus bas, et, étant gonflé par l'air pendant le refoulement, il remplit les mêmes fonctions que le cuir des clapets des pompes à eau; ce qui dispense de rembourrer trop fortement le collier du piston, et diminue le frottement. L'intérieur de ces cylindres doit être graissé de temps en temps, et frotté avec un peu de mine de plomb. La levée des pistons est de 1 mètre (3 pieds), c'est-à-dire double de la hauteur des manivelles.

Fig. 71, détails d'une manivelle en fonte plus facile à construire que les manivelles en fer forgé.

a plan de la manivelle; *b* élévation. On joint ces pans par une branche de fer forgé à six pans qui entre dans l'ouverture hexagonale *cc*, afin de pouvoir assembler chaque pièce à volonté, cette manivelle peut être substituée avec avantage aux manivelles coudées représentées dans la figure 65.

La roue à eau pour une machine de la dimension de celle dont nous venons de donner la description aura 2^m, 924, (9 pieds), huit à neuf tours par minute seront plus que suffisants pour le service de quatre feux.

La levée des cylindres étant de 1 mètre (3 pieds), chaque coup de piston doit donner environ 9^{m}, 095, (28 pieds, 1512 pouces) cubes d'air, qui sera chassé dans le régulateur, ou environ 27^{m}, 433 (86 pieds 1080 pouces), par chaque révolution de la roue ; ainsi neuf tours de roue donneront par minute 287^{m} 716 environ (797 pieds, 728 pouces) cubes.

Si l'on veut exécuter cette machine en petit dans un atelier, et en supposant qu'on voulût la poser sur un établi surmonté d'une colonne portant la roue d'un tour; on disposera le bâtis de manière à ce que l'arbre coudé *i k i k*, se trouve juste à la hauteur du centre de rotation de cette roue, et à ce que les tuyaux conducteurs *ppp* se trouvent au milieu de l'entre-deux des jumelles, si l'établi est fait en forme de banc, ou au-dessus des trous du valet s'il affecte la forme d'un établi de menuisier. Dans ce cas les pièces *abcdeg* pourront être supprimées, ainsi que le premier pilastre *h* ; et la manivelle *f* sera placée à l'endroit occupé par le volant *g*, qui deviendra inutile, la roue du tour libre de sa corde servant elle-même de volant ; le régulateur *w*, l'engrenage à angle *v*, et par conséquent la tige *x*, deviendront sans emploi au moyen d'un *ventimètre* qu'on posera sur le réservoir d'air.

On posera les clapets ou soupapes *o o* au cylindre *n*, on en pourra mettre deux comme il est indiqué dans la figure ; mais mieux une seule plus grande au centre de ce cylindre, la bielle *l* venant s'emmancher sur un étrier à quatre branches fixé par une rondelle ainsi qu'il est représenté, fig. 72, dessiné sur une plus grande échelle.

Le réservoir d'air pourra être un coffre placé à demeure sous l'établi, il pourra affecter toute autre forme, et être placé en tel endroit que les circonstances locales pourront l'exiger. Le flotteur *u* de la figure 65 sera remplacé par un ventimètre quelconque, en général. Nous ne pouvons prévoir tous les cas ; le peu que nous venons de dire sur l'application de

cette machine à une petite forge, sera suffisant pour diriger l'attention de l'amateur, qui fera le reste suivant les exigences de la localité.

Nous ne parlerons pas des autres machines à pistons, dans lesquelles des cames d'une construction difficile compliquent le travail ; nous renvoyons ceux qui voudraient approfondir cette matière aux ouvrages qui en ont spécialement traité et particulièrement à celui de M. Baudie, conseiller de la direction générale de Bavière; on ferait un long ouvrage si l'on prétendait traiter à fond cette partie de la métallurgie. Nous devons résister au désir de faire part à nos lecteurs d'une foule de choses dont la connaissance pourrait les intéresser, pour nous rapprocher de l'objet qui doit nous occuper; voici seulement quelques-unes des conclusions que le savant de Munich, que nous venons de citer, a tirées de ses nombreuses observations en Angleterre et en Prusse, et de ses calculs algébriques, qu'on pourra d'ailleurs trouver dans le Journal des Mines.

Les machines soufflantes à cylindres sont préférables à celles prismatiques; celles en bois sont sujettes à des dérangements qui ne sont pas à redouter dans celles en métal. L'ouverture par laquelle l'air entre, doit être, dans la construction d'un soufflet, aussi grande que les circonstances le permettent.

La vitesse avec laquelle l'air condensé entre dans le vide est la même à tous les degrés de condensation; elle est égale à celle que l'air atmosphérique d'une densité moyenne aurait au premier instant où il entre dans le vide.

L'air ne peut jamais être condensé à un tel point qu'il puisse entrer dans l'air commun avec une vitesse égale à celle avec laquelle l'air commun entrerait dans le vide.

Les régulateurs des machines à piston, doivent avoir le plus grand diamètre possible, afin que le piston de régulateur ne parcourre, en montant ou descendant, que l'espace le plus court qu'il se pourra.

Pour obtenir le plus grand effet d'une machine soufflante, il faut éviter avec soin qu'il reste aucun espace entre le fond du cylindre et la surface du piston lorsqu'il est tout-à-fait descendu; le frottement dans les soufflets cylindriques, est peu considérable, si on le compare à celui que les ressorts occasionnent dans les soufflets de bois.

Il est extrêmement difficile de pouvoir indiquer à l'avance la valeur de la résistance produite par ces frottements; elle dépend de l'exactitude, de la construction et de la perfection de l'alignement; cependant les Anglais estiment ce frottement, lorsque la machine est bien faite, à leur livre anglaise par chaque pouce de diamètre. Il faut supposer que les cylindres ont été bien calibrés avec des alésoirs, parce que s'ils n'étaient pas parfaitement cylindriques et unis, il y aurait une résistance vingt fois plus forte; on peut avec assurance compter deux à trois livres anglaises, par chaque pouce de diamètre. Comme on doit éviter autant que possible de se servir de matière liquide, conséquemment de graisse, pour diminuer le frottement, on emploie avec succès la plombagine; laquelle agissant à la manière des graisses, ne diminue pas seulement le frottement, mais encore conserve les cuirs et remplit tous les vides qui ont été laissés ou formés sur la surface intérieure des cylindres.

Quoiqu'il paraisse égal pour le produit que l'air sorte avec une grande vitesse par une petite ouverture ou par une grande, il n'en est pas de même pour l'effet économique; on ne peut bien déterminer le rapport entre ces deux facteurs que par l'expérience. On sait d'une manière générale qu'il faut une plus grande vitesse au courant d'air d'un haut fourneau qu'à celui d'un fourneau de coupelle. On sait encore qu'il faut une plus grande vitesse à l'air qui entretient le combustible d'un haut fourneau, dans lequel on brûle du charbon de houille, que lorsqu'on y brûle du charbon de bois. Ainsi, dans les

hauts fourneaux anglais où l'on ne brûle que du charbon de houille, l'air des régulateurs est comprimé par une colonne de cinq, six et quelquefois sept pieds anglais, et le piston est ordinairement chargé de deux livres à deux livres et demie par pouce carré de superficie; tandis que pour les hauts fourneaux d'Allemagne, beaucoup moins élevés, l'air des régulateurs, n'est comprimé que par une colonne d'eau de trois pieds: chaque pouce carré du piston n'est chargé que du poids d'une livre et quelquefois seulement de trois quarts de livre.

Machine à piston et à double effet.

Nous ne suivrons pas les savants et les artistes dans leurs recherches; nous ne rendrons pas compte des mille et une formes qu'on a données aux machines soufflantes à piston; nous ferons seulement remarquer à nos lecteurs le cylindre à effet double, qui nous paraît sinon le plus parfait moyen de produire un vent continu, au moins celui qui peut être le plus facilement employé par le forgeron.

a, fig. 73, balancier en fer ou en fonte portant un segment de cercle denté.

b, crémaillère mue par ce segment, dont la destination est d'imprimer le mouvement au piston.

c, roulette en cuivre, ayant pour objet de soutenir la crémaillère dans sa position.

d, charpente qui porte le mécanisme de la machine.

e, cylindre pneumatique.

f, soupape par où l'air entre lorsque le piston s'élève.

g, soupape par où l'air entre lorsque le piston descend.

h, boîte à cuir, servant à comprimer le piston et à fermer le passage à l'air (1).

(1) On voit fig. 74, les détails de cette boîte à cuir sur une plus grande échelle; cette boîte est fixée sur le dessus du couvercle par des vis, souvent, même, elle est

i, soupape qui s'ouvre afin de laisser libre le passage de l'air pendant que le piston remonte.

k, passage de l'air lorsque le piston redescend.

l, boîte de communication entre les deux cylindres.

m, soupape de sûreté et d'échappement pour l'air lorsqu'il se trouve trop comprimé (1).

n, tuyau de conduite au feu.

Cette machine soufflante pourra facilement être exécutée sur de moindres dimensions, et le levier *a*, être remplacé par une branloire à laquelle on donnera la longueur nécessaire. Le bord extérieur du piston, à l'endroit où se fait le frottement contre les parois du cylindre, doit être garni d'un bourrelet de crin recouvert de cuir cru, afin que le vent ne puisse s'échapper, la ligne ponctuée *o o*, indique le passage du tuyau du haut derrière le cylindre. Cette machine est tellement simple que nous pensons que l'inspection de la figure doit suffire au lecteur, sans qu'il soit nécessaire d'entrer dans une plus ample description; seulement nous devons ajouter que les dimensions de la boîte à air *l* sont indéterminées, et que plus elle sera grande, mieux elle vaudra.

Nous n'en dirons pas davantage sur les machines à piston; les deux exemples que nous venons de citer suffiront pour don-

adhérente au couvercle, comme dans cette fig. 74. La partie inférieure est percée d'une ouverture assez grande pour laisser passer librement la tige, le vide de la boîte est bouché avec des étoupes ou du chanvre imbibé d'huile, ou bien encore de beau crin de queue très-élastique, des rondelles de cuir épais et souple, du liége, etc., etc. Cette substance quelle qu'elle soit est comprimée dans la boîte par le couvercle *a b*, par le centre duquel passe la tige *b*. Cette boîte est fixée par une plaque circulaire qui est assujettie à la masse par des écrous quand elle est faite séparément; on entretient la boîte humectée d'huile pour que le frottement soit doux et que la tige soit constamment comprimée. Il n'est peut-être pas inutile de faire observer que cette tige doit être bien parfaitement cylindrique et polie. On serre ou desserre les vis *c c* selon que la tige n'est pas assez ou trop serrée. En serrant ces vis, on comprime les matières contenues dans la boîte, et alors, en s'élargissant, elles compriment plus étroitement la tige *b*.

(1) On peut remplacer avantageusement cette soupape par un des ventimètres dont il sera ci-après parlé.

ner à nos lecteurs une idée de leur mécanisme. Les formes, les forces motrices, les moyens de transmission ont été variés à l'infini; mais avant de quitter les machines à piston, il convient de parler des moyens à l'aide desquels on est parvenu à mesurer la compression du vent.

§ 6. VENTIMÈTRES.

L'air est un fluide tellement élastique qu'on n'a pu encore déterminer jusqu'à quel point il peut être comprimé. La mesure de son élasticité est déterminée par celle des forces dont l'homme peut disposer. Cette faculté le rend propre à être renfermé en grande quantité dans un réservoir étroit; mais alors il tend à sortir par toutes ses issues, et même à rompre les obstacles qu'il rencontre et les réceptacles qui le contiennent. On a donc dû, par prudence, et pour la conservation des machines, trouver les moyens de mesurer la compression, afin d'arrêter le mouvement des ventilateurs, lorsque l'air serait suffisamment condensé dans les réservoirs. Un autre motif a dû encore déterminer à faire cette recherche: il convient souvent, pour la réussite de telle ou telle opération, de donner au vent tel degré déterminé de force et de vélocité; et pour telle autre opération tel autre degré. Comment retrouver ces proportions, lorsque l'expérience et de nombreux tâtonnements les auront fait découvrir, si l'on ne peut déterminer fixement le degré au-dessus ou passé lequel la réussite rencontre des obstacles? Enfin, il est souvent nécessaire de tenir pendant un long temps le feu au même degré d'activité, et comment pourra-t-on savoir si l'on ne s'écarte pas de ce degré, si l'on n'a en soufflant un instrument qui vous avertisse de hâter ou de ralentir l'emploi des forces qui poussent l'air dans le réservoir. Ces raisons, et d'autres encore, relatives à l'art du fondeur, ont fait sentir la nécessité d'avoir des

régulateurs d'air, et ce sont ces régulateurs qui ont été nommés *ventimètres.*

Les formes de ces instruments ont varié autant que celles des machines soufflantes auxquelles on les a adaptés. Il nous est donc impossible de les donner ici; nous nous contenterons de parler d'une ou de deux, qui, par la simplicité de leur construction, seront de suite comprises et facilement exécutées. Dans le cas où l'on aurait un réservoir à air et à eau, le meilleur ventimètre nous paraît être le flotteur, joint à la machine O'reilly; mais comme il est peu probable qu'un amateur ou un simple forgeron établisse un réservoir à air et à eau, nous allons leur parler d'un ventimètre, plus compliqué à la vérité, mais qui peut se placer sur toute espèce de machine. Le professeur Lampadius, de Leipzig, en est l'auteur.

Nous pensons que nos lecteurs ne seront pas fâchés de trouver ici quelques développements théoriques, avant que nous passions à la description de cet instrument. Nous emprunterons les lumières de M. Banks, professeur de physique en Angleterre, qui a fait beaucoup d'expériences sur la vitesse de l'air sortant d'un vase dans diverses circonstances.

Il s'était proposé la solution de la proposition suivante : «*Déterminer* lorsqu'un fluide élastique est généré ou renfermé dans un vase quelconque, et qu'on lui laisse la faculté de sortir par une ouverture donnée, quelle est la résistance que ce vase éprouve de l'action du fluide ? »

Il convient de poser d'abord quelques principes :

Si l'on remplit un tube avec toute espèce de fluide, eau, air, etc., et qu'on le place dans le vide, ces fluides sortiront tous avec la même vitesse ; car quoique la pression d'une colonne de mercure d'une hauteur donnée soit plus forte que celle d'une colonne égale d'eau, cependant le poids des molécules projetées est plus grand que dans la même proportion. D'un autre côté, si l'air est plus léger que l'eau, les molécules

projetées sont proportionnellement plus légères. Si un tube de 5m,197 (16 pieds) de hauteur, se trouve rempli d'air, à telle densité qu'on soit, cet air, comme l'eau, s'écoulera dans le vide avec une vitesse de 10m,394 (32 pieds) par seconde, en ne faisant point de déduction pour la résistance.

Si nous comparons la gravité spécifique de l'air avec l'eau, comme 1 est à 840, alors une colonne d'eau de 0m,325 (1 pied) comprimant l'air, produirait autant de vitesse qu'une colonne d'air de 272m,832 (840 pieds) de hauteur, en supposant que cette dernière fût d'une densité uniforme.

Prenons la pression totale de l'atmosphère comme étant égale à une colonne d'eau de 33 pieds (mesure anglaise), ou bien sa hauteur (en supposant une densité égale, ce qui fera peu de différence en ce cas), elle sera égale à 33 multiplié par 840, et donnera 27,720 pieds. Or, comme la racine carrée de 16 est à 32 (la vitesse à cette profondeur), ainsi se trouvera la racine carrée de 27,720 à 1,332 pieds par seconde, vitesse initiale de l'atmosphère entrant dans le vide.

Pour éprouver si l'air comprimé par 33 pieds anglais d'eau sera chassé dans l'atmosphère avec la vitesse précitée, M. Banks a fait les expériences suivantes :

Nous supposons A un vase d'une capacité connue, dans le dessus duquel on percera un trou *a*, d'un diamètre déterminé. On soudera au-dessus du vase un tube que nous nommerons T, lequel tube sera recourbé vers un point que nous nommerons *d*. On ferme le trou *a* et on verse de l'eau par le tube jusqu'à ce qu'il soit plein : alors une quantité d'eau aura déjà passé en dehors du tube et aura condensé l'air dans le vase, plus ou moins, suivant le plus ou le moins de hauteur du tube T *d*. Alors la personne qui aura fermé l'ouverture *a* avec un doigt, ouvre ce trou, et au même instant on fait battre un pendule à demi-seconde ; on tourne alors un robinet placé au-dessus du tube T, afin de fournir de l'eau assez vite pour qu'elle puisse

descendre dans le vase A. Aussitôt que l'eau paraît dans le trou a, on arrête le pendule et on prend note du temps qu'il a fallu pour expulser l'air. D'après ce temps, la capacité du vase étant connue, on peut déterminer aisément la vitesse. Si le tube T d était prolongé jusqu'au fond du vase A, tandis qu'il se remplirait d'eau, la longueur de la colonne de compression serait diminuée graduellement, et la pression serait variable ; ainsi l'ouverture de ce tube devrait être de niveau avec la surface supérieure du vase.

Expériences. — Le vase A contenant 15 livres 6 onces d'eau : or, sa capacité est de 425,088. L'aire de l'ouverture a, à travers laquelle l'air est chassé, est de 0,046 pouces.

1re. La hauteur de T, au-dessus du vase, était de 30 pouces; le temps employé pour chasser l'air, après plusieurs essais répétés, était de 33 secondes.

2e. La hauteur de T était de 6 pieds; le temps employé 24,3 secondes.

Dans la première expérience, en divisant 425,088, la capacité du vase, par 0,046, qui est l'aire du trou a, on aura 92410,4 pouces pour la longueur du courant d'air chassé en 33 secondes; en divisant cette longueur par 33, on aura 233,3 pieds, pour la vitesse par seconde, produite par la pression de 30 pouces d'eau. Par une pareille opération on aura, pour la seconde expérience, une vitesse de 361,6 pieds par seconde : ainsi, en comparant les deux ensemble, on pourrait dire la racine carrée de 30 : 233,3 : : la racine carrée de 72 : 361,6 pieds, qui est la vitesse par seconde, ou bien la racine carrée de 6 pieds : 361,6 : : la racine carrée de 33 pieds : 845,2 pieds par seconde, ou la vitesse initiale avec laquelle l'atmosphère entrera dans le vide. Cette vitesse a été reconnue par l'expérience être de 487 pieds par seconde de moins que ne donne la théorie.

Il paraît cependant que le résultat, d'après la théorie et

l'expérience, ne diffère pas plus que dans le cas de l'eau courante ; car si nous réduisons la vitesse de l'eau courante, telle que la théorie nous la donne, à la vitesse telle que nous l'obtenons, nous devons la multiplier par 0,634 ; ainsi, si nous multiplions 1,332 pieds, vitesse de l'atmosphère entrant dans le vide par 0,634, le résultat sera 8,345 par seconde, ce qui ne diffère que de 7/10 d'un pied du résultat que donne l'expérience.

M. Banks a plongé des vases dans l'eau jusqu'à ce que le dessus fût de niveau avec la surface du liquide, en ouvrant le trou *a*. Alors l'eau qui s'élevait dans les vases chassait l'air à travers l'ouverture, avec les mêmes vitesses que celles précitées. Cependant, la manière de calculer ces vitesses est plus compliquée que la méthode que nous avons donnée plus haut.

Laissons ces calculs, et venons aux résultats. Une pression égale à 33 pieds d'eau, chassant l'air hors d'un soufflet ou d'une machine soufflante, avec une vitesse égale à 845 pieds par seconde. On pourra, sur cette donnée, construire des tables indiquant la vitesse communiquée à l'air par une hauteur quelconque d'eau.

Explication de la figure 71.

On dispose un cylindre de métal *f*, d'environ $0^m,081$ (3 pouces) de longueur sur environ $0^m,04$ (18 lignes) de circonférence. Le couvercle *h* est ajusté à l'épreuve de l'air. On fixe dans le fond un tube *a c*, et dans la pièce de métal *d*, on introduit un tube de verre *ed* à travers la vis, où il est cimenté. Cette vis sert à démontrer le tube de verre, lorsqu'on en a besoin. On perce un trou *g*, du même calibre que le tube *e d* et qui communique avec l'intérieur de l'instrument *b*. Ce trou est à angle droit avec le tube de verre ; on le bouche avec

une vis *j* depuis le coude. On pratique un trou au-dessus d'un soufflet ou dans le cylindre ou régulateur d'une machine soufflante; l'extrémité inférieure du tube *a* est filetée pour pouvoir s'y visser. Avant de le poser, on renverse l'instrument et on fait entrer de l'eau dans le tube *a c*, jusqu'à ce qu'on la voie monter dans le tube de verre vers l'endroit *d*. On renverse de nouveau l'instrument et on le visse sur le soufflet ou sur la machine. L'eau s'élèvera dans le tube de verre. Dans un soufflet de forge, elle montera de $0^m,244$ à $0^m,270$ (9 à 10 pouces), et dans une machine soufflante de haut fourneau de $1^m,299$ à $2^m,274$ (4 à 7 pieds). Dans ce dernier cas, où la compression est très-forte, on doit remplacer l'eau par le mercure ; mais alors l'instrument devrait être construit en fer au lieu de cuivre, parce que le mercure s'amalgame très-promptement avec le cuivre et détruit les pas de la vis qui sert à assembler la jauge. On pourrait également se servir d'eau dans le cas de forte pression ; mais alors le tube *ed* doit être fermé hermétiquement vers *e*, et élevé, dans ce cas, à la hauteur de $0^m,325$ à $0^m,487$ (12 à 18 pouces). Les tubes de verre employés n'auront pas plus de $0^m,0036$ à $0^m,00207$ (1/8 à 1/10 de pouce) de diamètre.

La compression de l'air dans les soufflets ou machines soufflantes sera exactement la même dans l'intérieur de l'instrument *b*, elle forcera l'eau de monter dans le tube de verre *ed* et rendra l'air dans la partie supérieure de ce tube d'une pareille densité, en faisant déduction, toutefois, de la force compressible de l'eau au-dessus de *d*; ce qui fait un objet presque insensible. Le calcul pour la force exercée, lorsque l'on emploie un tube fermé hermetiquement, se trouvera en observant que l'espace occupé par le fluide élastique, est en sens inverse de sa force. On peut adapter une échelle à l'instrument pour exprimer la force de condensation, passé la pression ordinaire de l'atmosphère.

Cette espèce d'instrument peut s'appliquer également, tant

pour reconnaître la force expansive de toute espèce de fluide élastique que pour mesurer les vitesses avec lesquelles ils sortent de l'endroit où on les a renfermés ; on peut l'appliquer aussi à la vapeur condensée et à la machine pneumatique.

Nos lecteurs comprendront facilement que nous n'avons donné les détails ci-dessus que pour ceux d'entre eux qui se feront un plaisir d'approfondir la matière, soit comme étude, soit pour apporter dans la confection de leurs machines toute la régularité possible, soit enfin pour chercher à trouver des instruments plus simples et plus commodes. Nous allons indiquer à ceux qui ne portent point si haut leurs prétentions, un ventimètre d'une exécution plus facile, mais dont les résultats ne sont pas aussi clairs. On peut cependant le perfectionner et le rendre propre aux mêmes usages que celui dont il vient d'être question.

Parlons dans la supposition qu'il sera destiné à être posé sur le couvercle d'une machine à piston. On percera ce couvercle d'un trou dont le diamètre sera déterminé par la grandeur de la machine soufflante (à peu près $0^{m}0{,}04$ (18 lignes) par chaque $0^{m}{,}325$ (1 pied) contenu dans le diamètre du cylindre). Si la machine n'a point de couvercle, on posera ce régulateur, soit sur la boîte à air, soit même sur l'un des tuyaux de conduite. Lorsque le trou sera percé, on ajustera dessus une plaque de bois ou de fonte *aa*, fig. 76, percée au centre d'un trou égal à celui qui communique avec l'intérieur du soufflet, et placé vis-à-vis ; on assujettira cette plaque, qu'on pourra faire indifféremment ronde ou carrée, avec des vis *bb* entrant dans le corps de la machine ; et, pour éviter que l'air ne puisse trouver aucune issue entre la plaque et le lieu où elle sera posée, on mettra entre eux un cuir également percé au centre, qui, étant pressé par les vis, fermera tous les passages. On cloue sur cette plaque *a* un manchon de cuir *c*, supporté en dedans par des nervures circulaires, et qui se replie sur

lui-même, comme la culotte des soufflets ordinaires. Ce manchon en cuir sera cousu avec les précautions que nous avons recommandées lorsque nous avons parlé de la fabrication des soufflets, et attaché par le haut après le couvercle circulaire *d* fait avec une planche de moyenne épaisseur, sur la tranche de laquelle il sera cloué.

Le vent qui remplit le soufflet, venant à passer par le trou fait au centre du régulateur, soulèvera le couvercle *d* en faisant ouvrir les plis *c* du manchon en cuir. Mais comme ce manchon s'ouvrirait irrégulièrement, et qu'il serait impossible de le charger, on le contient par quatre étriers en fer, fendus sur leur hauteur, et réunis tous quatre en berceau. A l'endroit où s'opère la jonction de ces quatre étriers est un disque de fer *e*, percé au centre d'un trou bien cylindrique: ces étriers sont fixés sur la plaque *a* par des vis qui peuvent pénétrer jusque dans le corps de la machine sur laquelle est placé le ventimètre.

On enfonce sur la tranche du couvercle *d* quatre tiges de fer qui entrent dans la fente des étriers, dans laquelle elles glissent librement en montant et descendant. Indépendamment de ce moyen de consolidation, on pose avec des vis, au milieu du couvercle, la tige *g*, qui doit être parfaitement cylindrique et passer à frottement libre et doux dans le trou percé au centre du disque *e*, formé par la réunion des quatre étriers *f*, Cette tige *g* est surmontée par une cuvette dans laquelle on peut placer des poids, ou par des crochets servant à les suspendre. (*Voyez* fig. 77 et 78.)

On conçoit facilement comment cet instrument devient un ventimètre; il suffit pour cela de graver des degrés sur la tige *g*. Lorsque la pression de l'air sera trop forte et qu'elle vaincra d'abord la résistance que le ventimètre offre par sa propre pesanteur, on mettra des poids dans la cuvette et l'on pourra retrouver en tout temps le degré de force qu'on aura une fois

donné au vent, lorsqu'une circonstance pareille exigera ce même degré. Ainsi, lorsqu'il s'agira de faire revenir de l'acier trempé d'abord dans toute sa force, et qu'on aura éprouvé que tel degré du ventimètre produit un feu suffisant pour produire telle ou telle nuance. On pourra par la suite retrouver ce degré, et produire de nouveau dans le même temps, la même espèce de recuit.

Lorsqu'on voudra adapter cet instrument après un soufflet ordinaire qui ne sera pas muni d'uue boîte à air, ou d'un tuyau assez long et assez large pour qu'il soit possible de l'y placer, on percera le diaphragme dans son épaisseur d'un trou qui communiquera avec l'intérieur du réservoir d'air, et l'on placera sur l'orifice de ce trou un tuyau coudé qui viendra aboutir sous le ventimètre en suivant la forme déterminée par la double ligne ponctuée *hh*, même figure. On pourra de même le placer sur la têtière, lorsque la construction du soufflet le permettra.

Mais comme dans la plupart des circonstances, même dans celle qui vient d'être indiquée, le degré de chaleur n'est pas toujours le résultat nécessaire de la force du vent; mais que ce degré dépend de la nature du combustible, de la position que l'objet à chauffer occupe dans le feu, de la manière dont ce feu est attisé, du temps de la chauffe et de plusieurs autres circonstances, l'emploi des ventimètres ne se répandra que difficilement dans les petits ateliers de maréchalerie et autres, et ce qui précède sera plus utile aux expérimentateurs qu'aux ouvriers. Néanmoins, nous avons dû leur faire connaître les ventimètres : notre travail n'eût pas été complet si nous les avions omis.

§ 7. SOUFFLETS A TROIS VENTS.

Il y a plusieurs sortes de soufflets à trois vents. La forme la plus ancienne est celle représentée, fig. 79, 80, 81, le souf-

flet est construit comme à l'ordinaire; à cette différence près que le ventilateur est divisé en deux parties formant deux soufflets. Chacun de ces ventilateurs prend l'air en dessous et ne communique nullement avec l'autre ventilateur; mais transmet directement son vent au réservoir d'air. Il résulte de cette disposition que le diaphragme est percé de deux soupapes, ce qui fait quatre en tout, et que chaque ventilateur fait entrer dans le réservoir d'air un quart de la quantité qu'il faudrait pour le remplir.

Ce soufflet paraît avoir sur le soufflet de forge ordinaire l'avantage de produire un vent plus doux et plus égal; mais il est plus difficile à mettre en mouvement, et ce défaut étant plus sensible que l'avantage qu'il offre, les ouvriers ne se sont pas empressés de l'adopter. Ils se sont plaints de la fatigue qu'éprouve le souffleur, et ils ont fait observer qu'à moins de moyens très-compliqués il n'est guère possible que le forgeron souffle lui-même; ce qui est, il faut en convenir, un grave inconvénient. Nous avons vu plusieurs essais faits à ce sujet, des branloires à double effet, des bascules, des ressorts, etc. Aucun de ces moyens moteurs ne nous a paru digne d'être présenté à nos lecteurs; il n'en est pas de même du soufflet de M. Privat, qui eût obtenu plus de succès s'il n'était pas d'une construction trop compliquée. La figure 79 le représente vu par derrière; celle 80, vu de profil; la figure 81, vu par-dessous.

Soufflet à trois vents, de M, Privat.

Ce soufflet présente dans son ensemble, la réunion d'un soufflet à deux vents et d'un soufflet simple. L'explication des figures 82, 83, 84, 85, fera concevoir parfaitement la construction et le jeu de cette machine.

Figure 82, coupe du soufflet prise dans le milieu de sa lar-

geur, afin qu'on saisisse le mécanisme de cette machine, et le jeu des soupapes. Il faut considérer ce soufflet comme composé de deux parties bien distinctes ; la partie *abcd*, qui comprend le soufflet à deux vents dont nous avons parlé plus haut, et la partie *cdef*, qui représente le soufflet simple qui fournit tout le vent à la tuyère.

Les deux ais ou planches *abcd*, sont unis ensemble par le bout, à l'aide de la planche *a d*, et tenus à une distance fixe et invariable par le moyen des trois traverses *gg*, *hh*, *ii*, assemblées à tenons et mortaises de chaque côté des deux planches. C'est entre ces six traverses que se meut le soufflet inférieur à deux vents ; on a ponctué ces trois traverses, afin d'indiquer leur position, car de la manière dont la figure est présentée, elles ne peuvent pas être vues ; on a marqué d'un point chaque cheville qui arrête les tenons dans les mortaises, pour faire mieux sentir cet assemblage, quoique ces chevilles ne puissent pas être vues de ce côté.

k l planche mobile du soufflet à deux vents. Les deux traverses *gg* servent à recevoir les deux pivots sur lesquels se meut la planche *k l*. Le soufflet à deux vents a deux plis au-dessus et deux plis au-dessous de la planche *k l*. Le soufflet supérieur à un seul vent porte cinq plis.

Parcourons actuellement la route que fait le vent ; ce qui nous donnera une entière connaissance du mécanisme ; pour éviter les circonlocutions, nommons *x* le soufflet inférieur, *y* le soufflet intermédiaire, *z* le soufflet supérieur.

Si à l'aide du levier *m* on élève la partie *l* de la planche *kl*, l'autre extrémité *k* étant fixe sur les pivots, la soupape *n* s'ouvrira pour laisser entrer le vent et le soufflet *x* se remplira ; le poids *o*, lorsqu'on lâchera le levier *m*, fera descendre la partie *l* de la planche *k l*, la soupape *n* se fermera ; le soufflet *y* s'ouvrira en même temps, ainsi que la soupape *r* qui donnera accès à l'air extérieur pour remplir le soufflet *y*.

Pendant ce temps le vent renfermé dans le soufflet *x* sera comprimé ; il s'échappera par son extrémité *p*, suivra la direction de la flèche *p q*, et entrera dans le soufflet *z*, par la soupape *q* qu'il soulèvera.

Qu'on fasse remonter la planche *k l* à l'aide du levier *m*, le vent renfermé dans le soufflet *y* entrera dans le soufflet *z* par la soupape *s* qu'il soulèvera et le jeu de la machine recommencera. Le vent renfermé dans le soufflet *z* s'échappera par la tuyère *t* et alimentera le feu des fourneaux.

Il est facile de concevoir qu'on peut faire mouvoir ce soufflet par toute force motrice quelconque, vent, eau, vapeur, etc.

Les figures 83, 84 et 85, représentent les trois ais ou planches qui forment le soufflet inférieur à deux vents, afin de faire connaître l'emplacement des soupapes que la figure 78 donne d'une manière imparfaite. Dans la figure 82, toutes ces soupapes paraissent sur le même plan vertical, elles n'y sont cependant pas; mais il a été impossible de les rendre dans cette figure telles qu'elles doivent l'être. L'explication des autres figures va suppléer à ce défaut.

Figure 83, représente la planche *c d*. On y voit : 1° le trou qui est recouvert par la soupape *q*, on s'aperçoit que cette planche est entaillée à mi-bois dans cette partie pour donner passage au vent, sans qu'il ait aucune communication avec le soufflet *y* ; la partie ponctuée *g'* est percée de part en part pour donner communication du bas en haut, et la planchette *e' f'* recouvre ce trou ainsi qu'une partie de l'entaille à mi-bois, afin que le vent sorte par la partie *q*, recouverte par la soupape.

2° Le trou recouvert par la soupape *s*, par laquelle passe le vent du soufflet *y* dans le soufflet *z*.

3° Enfin l'entaille *d'*, pratiquée à mi-bois dans la même planche, pour porter le vent du soufflet *z* dans la tuyère. On voit

par la figure 83, que cette entaille est recouverte en partie d'une planche mince qui sert à recevoir l'assemblage des charnières du soufflet *z*.

Figure 85, représente la planche *kl*, elle est placée sous la figure 79, où elle est désignée par des lignes ponctuées, excepté l'extrémité *l*, qui sort au dehors. Cette planche est censée placée au-dessous de la planche *d c*, représentée par la figure 79, elle est vue dans la place où elle doit être; et comme on la voit dans la figure 78, on s'aperçoit qu'elle est plus étroite et plus courte que la planche *k l*, parce qu'elle doit se mouvoir librement entre les traverses *gg*, *h h*, *i i*. Elle est plus courte, parce qu'elle ne doit point gêner le passage du vent au-delà des deux traverses *gg*. Cette planche n'a aucun trou, ni aucune soupape; elle porte en *a' b'*, les deux pivots sur lesquels elle se meut et une saillie *l*, qui sert de manche pour la faire mouvoir.

Enfin, la figure 84 représente la planche *a b*. Elle a deux trous, l'un pour la soupape *n*, et l'autre pour la soupape *r*, on y distingue la rainure *a a* dans laquelle s'ajuste la planche *ad*, fig. 82.

On n'a donné aucune figure pour représenter la planche *ef* parce qu'elle n'a aucune soupape. Elle est surmontée d'un poids plus ou moins pesant, pour faire sortir le vent du soufflet supérieur avec plus ou moins de vitesse suivant le besoin

Les mêmes lettres désignent les mêmes objets dans toutes les figures.

Soufflet à trois vents, de M. Rabier.

On ne saurait se dissimuler que le soufflet de Privat n'ait bien certainement fourni à M. Rabier l'idée mère du soufflet perfectionné dont nous allons donner la description; mais cet habile fabricant y a fait des changements si importants et si bien calculés, qu'il s'est approprié en quelque sorte l'heureuse

idée de l'inventeur. La forme plus commode qu'il a su donner à son soufflet se rapprochant absolument des formes ordinaires, les ouvriers en feront volontiers usage ; on n'en saurait dire autant du soufflet dont nous venons de parler.

« Ce soufflet, dit M. Rabier, dont l'usage, d'après les épreu-
» ves ordonnées par le ministre de la guerre, a été adopté
» dans tous les arsenaux de France, tant aux forges stables
» qu'à celles de campagne, est reconnu supérieur à tous ceux
» inventés jusqu'à ce jour. A l'arsenal de Rennes, un de ces
» soufflets a chauffé, lui seul, des enclumes du poids de 265 kil.,
» (530 liv.) en 10 ou 12 minutes ; prête à souder, une masse de
» 15 kil. (30 livres.) Les procès-verbaux du comité central
» d'artillerie constatent qu'il brûle moins de charbon, qu'on
» fait avec lui beaucoup plus d'ouvrage, qu'il fatigue moins
» l'ouvrier, qu'il tient moins de place, etc. Il convient aux
» forges de tout genre, aux serruriers, taillandiers, cloutiers,
» maréchaux, etc. L'auteur a reçu une médaille décernée par
» la ville de Rennes. La Revue des Produits exposés au Louvre
» en 1823 en fait mention avec éloge, pag. 355. »

Tarif (1).

» 1re dimension : 5 pieds 6 pouces de long sur 36 pouces de large. 350 fr.

» 2e dimension : 4 pieds de long sur 26 pouces de largeur.. 150

» 3e dimension : 3 pieds de long sur 20 pouces de large.. 100

» 4e dimension : 2 pieds de long sur 14 pouces de large.. 60

» La première dimension met en fusion 450 livres de fonte
» dans une heure ; la 2e met en fusion 350 livres ; celui de
» la 3e a chauffé lui seul à l'arsenal de Rennes des enclumes

(1) Ces prix ont dû beaucoup changer.

» de 530 ; enfin, le soufflet de la 4e dimension, pour cloutier, » chauffe assez pour 10 à 12 ouvriers. Il y a brevet d'invention. On expédie par toute la France, en s'adressant à » Rennes, chez l'inventeur, souffletier du Gouvernement et de » tous les arsenaux de la marine (1). »

Examinons la construction de ce soufflet et faisons connaître quel est son mode d'action.

La figure 86 est l'ensemble, les figures 87, 88, 89, 90, 91, en offrent les détails.

Tout ce qui concerne le placement de la peau, l'arrangement des nervures, la manière de faire les soupapes, la façon de la têtière et autres détails de construction, ayant été précédemment exposé, nous ne nous occuperons maintenant que du mécanisme du soufflet.

La planche supérieure *a*, fig. 86, vue à part, fig. 87, n'a rien qui la distingue des planches analogues dans les autres soufflets, le tasseau *a'* sert à maintenir le poids *b'* dont le soufflet est chargé. Elle tient après la têtière au moyen d'une planche rapportée supportant les charnières qui forment la brisure. La planche *b* formant le diaphragme, vue à part, fig. 90, est assemblée à demeure avec la têtière ; cette planche *b*, est fixée avec des vis sur la traverse en fer *c'* dont les extrémités, saillantes en dehors, forment les oreilles du soufflet; elle est percée en trois endroits pour les prises d'air ; d'abord en *d' d'* où se trouvent deux ouvertures parallèles fermées par deux clapets accouplés et dont l'ensemble forme la soupape principale. Une seconde soupape *e*, plus grande que les soupapes *d' d'*, a un clapet carré fermant le trou de même forme si l'on veut, mais qu'il est plus commode de faire circulaire, bien qu'il soit indiqué carré en *f* sur la figure 88, et dont il va être parlé ; c'est par cette soupape *e* que l'air s'introduit, lorsque la soupape *d' d'* est fermée.

(1) Nous avons conservé l'énoncé textuel de M. Rabier.

La planche *c* formant volant ou battant (les ouvriers emploient l'une et l'autre expression) est mobile. On en forme la brisure, soit à l'aide de charnières ordinaires, soit avec des goujons en fer, entrant dans les côtés de la têtière et semblables à ceux qu'on emploie maintenant pour la ferrure des battants de buffet et des abattants de secrétaire ; cette brisure doit en outre être garnie de peau, afin que l'air ne puisse se frayer un passage. La figure 88, représente la planche *c* vue à part. On y remarque deux soupapes *gg*, dont la prise d'air s'opère au moyen de deux mortaises ou entailles faites dans l'épaisseur de la planche indiquée par des lignes ponctuées dans la figure 88, dont l'une est visible en *g*, fig. 86. La peau extérieure doit être collée et clouée avec soin sur les deux côtés de ces mortaises, et à cet effet, il est bon de tenir cette planche assez forte. En *f* de la même figure est pratiquée une ouverture circulaire, devant correspondre à la soupape *e*, fig. 90, et l'espace compris entre le trou et la soupape *e* sera rempli par un tuyau de cuir souple *h*, joint hermétiquement aux planches *bc*. On veillera à ce que les plis formés par ce tuyau soient bien plats, afin que rien ne s'oppose au plus parfait rapprochement possible entre les planches *bc*; derrière cette planche en *i*, est implantée une queue ou poignée, percée de deux trous : l'un destiné à recevoir la corde ou chaîne qui communique avec la branloire, l'autre à attacher le suspensoir du boulet qui pèse sur la planche et la fait baisser lorsque la branloire laisse descendre le volant.

La planche du dessous *d* vue à part, fig. 89, est fixée après la têtière et posée à demeure; elle est percée en *j* d'une double ouverture, formant soupape, par laquelle l'air s'introduit dans le ventilateur. L'immobilité de cette planche est en outre assurée, par des bras ou traverses, qui n'ont pu être représentés dans la figure, mais qui sont visibles dans la figure 1re de la planche formant le frontispice, sur le soufflet situé à

gauche; ici, on s'est contenté de les indiquer par deux ponctuées *k*.

Les soupapes ont été dessinées en long ou en travers pour faire comprendre au lecteur que leur position n'a point d'importance. Elles doivent, relativement à leurs dimensions, être faites en proportion avec le soufflet: l'air entre plus aisément dans une grande soupape; une petite soupape est plus facilement parfaitement close. Il convient donc de chercher un terme moyen présentant les deux avantages.

Le mode d'action de ce soufflet est facile à concevoir. Lorsqu'on tire la branloire attachée en *i* de la planche mobile *c*, on fait lever cette planche jusqu'à ce qu'elle se rapproche de celle *b*, la soupape *g* se ferme, la soupape *d'* s'ouvre et l'air passe dans le réservoir *a*. Lorsqu'on lâche la branloire, le poids qui pend en *i*, fait baisser ce même volant *c* jusqu'à ce qu'il se rapproche de la planche inférieure *d*. Pendant ce mouvement, la soupape *j* se ferme, celle *e* s'ouvre et l'air contenu entre *c* et *d* passe dans le réservoir *a b* par le tuyau de cuir *h*: dès que le volant *c* commence à remonter, la soupape *j* s'ouvre, *e* se referme et *d'* recommence à souffler ainsi que nous venons de le dire.

Au moyen de cette disposition, l'alimentation du réservoir a lieu sans intermittence, et le vent comprimé par le poids dont le soufflet est chargé, sort par la buse égal et continu.

« Dans le nouveau soufflet, nous dit M. Rabier lui-même » dans la lettre explicative qu'il nous a adressée, la forme » des capacités des aspirateurs est à celle du réservoir comme » 4 et 3; et comme il n'y a point d'interruption dans les » communications des aspirateurs et du réservoir, il s'ensuit » que celui-ci est toujours plein.

» Dans les soufflets ordinaires, on a remarqué que souvent » l'intérieur était brûlé par l'introduction de charbons ardents » qui passent par la buse; pour éviter cet inconvénient, on

» a, dans l'intérieur du nouveau soufflet, adapté un clapet » (fig. 91) placé à la naissance de la buse. Ce clapet est composé d'un morceau de cuivre pouvant décrire du côté du » foyer un quart de cercle autour de deux axes horizontaux. » Quand le soufflet est en repos, le poids du clapet le fait tenir dans une position verticale ; il ferme alors hermétiquement toute communication entre l'air extérieur et le soufflet. Lorsque le soufflet marche, le courant d'air en sortant » lui fait décrire un quart de cercle et le tient dans une position horizontale. Aussitôt que ce courant d'air cesse, le » clapet retombe et un *arrêtoir* l'empêche de s'ouvrir à l'intérieur ; par conséquent aucun corps étranger, venant de la » buse, ne peut entrer dans l'intérieur du soufflet. »

Tel est le soufflet de M. Rabier ; après le soufflet cylindrique à piston, c'est celui qui nous paraît le plus puissant en effet ; et comme les soufflets à piston n'ont pu encore être appliqués à l'usage de la boutique, et que le soufflet perfectionné de M. Rabier est très-propre à être placé non-seulement dans l'atelier de forge, mais même dans la plus petite boutique, ou le plus modeste laboratoire ; nous appelons l'attention de nos lecteurs sur cette invention dont le privilège est expiré et qui est rentrée dans le domaine public (1).

(1) Rapport à la Société d'agriculture du département de la Charente, sur le soufflet du sieur Laugère, maréchal-ferrant à Champniers. T. VIII, page 227.

« Le soufflet que vous a présenté le sieur Laugère, et sur lequel vous m'avez chargé de faire un rapport, est une combinaison de deux soufflets à la Rabier, combinaison qui doit conséquemment donner un résultat double. On connait déjà l'avantage des soufflets à la Rabier sur les anciens soufflets de forgeron. Les premiers donnant à chaque oscillation de la branloire un courant d'air, fournissant un souffle continu et égal, tandis que les seconds ne soufflant que lorsqu'on tire la branloire, produisent une intermittence dans leur effet. Que le sieur Laugère ait eu ou non connaissance des soufflets à la Rabier, l'arrangement et l'harmonie qui règne dans les parties de celui qu'il offre à notre examen, n'en méritent pas moins notre attention et nos encouragements.

» Ainsi que j'ai déjà eu l'honneur de vous le dire, Messieurs, ce soufflet est double

§ 8. SOUFFLET A MOUVEMENT DE ROTATION.

Description d'un soufflet perfectionné, à manivelle et à vent continu, à l'usage des forges, par MM. JEFFRIES *et* HALLEY.

Cette machine soufflante pour laquelle les auteurs ont reçu un prix de la Société d'encouragement de Londres, est repré-

de celui de Rabier. Trois planches tenues fixes dans leur plus grand écartement par une bride, en forment pour ainsi dire la carcasse.

» Entre ces planches en jouent deux autres qui, dans leur mouvement de descente et d'ascension, produisent chacune un courant d'air qui se rend dans un réservoir commun, placé au-dessus et chargé d'un poids; sur le côté et dans l'épaisseur de ces planches mobiles est pratiquée une rainure profonde où sont percés intérieurement des trous garnis d'une soupape par lesquels se fait l'aspiration de l'air; savoir: dans les cavités inférieures des deux soufflets lorsqu'il se fait une oscillation ascendante, tandis que les cavités supérieures, à chaque oscillation descendante fournissent à leur tour deux courants d'air. Afin que ces deux planches, qui, comme deux cloisons, font distribution dans le soufflet, se meuvent facilement et convenablement dans leur jeu de descente, elles sont chargées chacune d'un poids suspendu à de fortes tiges qui sortent de leur culasse. Ces tiges sont ensuite fixées, par des tenons qui s'enlèvent à volonté, sur une barre de fer qui, tirée et mise en mouvement par la branloire, fait jouer les deux soufflets à la fois. Si le vent d'un seul suffit, on peut rendre l'autre immobile en isolant la tige de la culasse de la barre sur laquelle elle est attachée par un tenon et en ôtant le poids qui est suspendu à de fortes tiges; ce qui réduit l'effet total à la moitié. Comme dans les soufflets à la Rabier, le sieur Laugère a pratiqué dans le muffle (*la têtière*) une espèce de registre, au moyen duquel on règle à volonté la force du vent. Enfin, deux fortes oreilles solidement fixées dans les brides qui embrassent de chaque côté son ensemble, servent à suspendre ce soufflet qui peut se monter et s'établir de la manière la plus simple et la plus commode.

» En résumé, le système du sieur Laugère produit un effet double de celui de M. Rabier et quadruple de l'ancien. Le grand avantage du premier sur les autres permet d'en diminuer les dimensions; ce qu'a déjà fait M. Rabier dans le sien, et cette diminution sera encore plus sensible dans le système du sieur Laugère. Il offre donc une économie sous ce rapport et doit, en conséquence, fixer l'attention, et être employé de préférence. Son petit volume procurera facilité pour son établissement, et présentera, sous le rapport de la dépense et du temps, un avantage qui n'est point à dédaigner; car, indépendamment de ce qu'il n'occupera que moitié de l'emplacement des soufflets ordinaires, il produira un effet beaucoup plus puissant que ces derniers. Le sieur Laugère, Messieurs, est digne de nos remerciements et de notre reconnaissance, etc., etc. »

(Nous avons fait connaître cette note à nos lecteurs pour ne leur rien laisser ignorer

sentée fig. 88, 89, 90, 91, dans son ensemble et dans ses principaux détails.

La figure 92 est une élévation extérieure vue par derrière, ou du côté opposé à la buse du soufflet.

La figure 93 représente une coupe verticale par un plan, partageant la machine en deux parties égales et coupant la buse dans le milieu de sa longueur.

La figure 94 montre de face la buse assemblée dans la têtière du soufflet, et la figure 95 fait voir de profil, la manière dont est monté sur son support, l'axe des manivelles qui transmet le mouvement au soufflet.

A, fig. 93, soufflet vertical renfermé dans une caisse en fer B, ayant extérieurement la forme d'une pyramide quadrangulaire tronquée et renversée. La base inférieure de cette caisse est une plaque C à rebord, fig. 92, 93, assemblée au moyen de huit boulons à écrous D, sur une plaque semblable et de même dimension E, solidement fixée sur deux forts patins F.

G, quatre forts montants obliques boulonnés sur les bords des faces de devant et de derrière de la caisse B.

H, quatre arcs-boutants s'élevant des parties F et fixés à leur extrémité supérieure par un boulon à écrou sur les montants G, pour maintenir en respect la caisse B.

des perfectionnements tentés. Mais nous ne devons pas leur dissimuler que nous ne partageons pas tout-à-fait l'avis du rapporteur. Il est une limite, même dans le bien, qu'on ne peut franchir sans inconvénient ; le soufflet Rabier est un modèle à suivre, parce que l'effet amélioré qui résulte du plus de complication de son exécution est supérieur, en somme, aux peines et soins que cette dernière exige ; mais si l'usage de ce soufflet tarde à se généraliser, parce que le souffletier s'astreint difficilement à la parfaite observance de tous les détails qu'il exige, que serait-ce si ces difficultés étaient doublées. A force de vouloir ajouter à l'effet, on finirait par multiplier tellement les difficultés de construction primitive et les soins d'entretien, que cet effet ne compenserait plus la peine et le temps sacrifiés à la construction. Nous pensons que le perfectionnement de M. Laugère sera bon à mettre en pratique dans un atelier d'amateur, si toutefois encore la compression de l'air ainsi ramassé dans un petit espace n'exige pas une trop grande dépense de force motrice, et que le soufflet de M. Rabier tel qu'il est, sera plus convenable pour les ateliers et les boutiques.)

K, partie de la têtière formant une caisse carrée qui communique avec l'intérieur du soufflet, elle a un rebord au moyen duquel on la fixe avec des boulons à écrous sur la partie rentrante de la plaque qui forme le devant de la caisse B, laquelle est percée d'un trou par lequel l'air du soufflet peut pénétrer dans cette partie de la têtière.

L, fig. 92 et 94, autre caisse rectangulaire, formant la tête de la têtière; elle reçoit en avant la buse M du soufflet; son fond est percé d'un trou correspondant exactement à l'ouverture de la caisse K, et qui se trouve fermé par une soupape à charnière N. Les deux parties K L composant la têtière, portent chacune un rebord rectangulaire O. Ces rebords s'assemblent l'un à l'autre par quatre boulons avec écrous, dont un est placé à chaque angle comme le représentent les trous P, fig. 94.

Q, arbre horizontal portant d'un bout la manivelle R, fig. 92, de l'autre le volant en fonte S, fig. 92 et 93, et au milieu une petite manivelle T, fig. 93, qui, en tournant, imprime le mouvement à une bielle U, retenue à charnières par le derrière du soufflet A.

V, fig. 92, 93, les deux supports de l'arbre Q, fixés solidement par des boulons sur les bords de la caisse B.

X, fig. 95, tambour en tôle dans lequel se meuvent librement la petite manivelle T et la tête de la bielle U.

Y, réservoir d'air cylindrique et élastique, construit en cuir comme le soufflet et pouvant se charger d'un poids plus ou moins lourd, selon le degré d'élasticité que l'on veut donner à l'air qu'il renferme. Le fond de ce réservoir est percé de deux trous Z *a*, fig. 93, correspondant exactement à deux ouvertures semblables pratiquées dans la plaque qui forme la base supérieure de la caisse B, le trou *a* est garni d'une soupape *b*.

C, tige cylindrique verticale dont le bout inférieur est vissé

au centre de la surface du réservoir d'air Y. Cette tige monte et descend librement dans l'assemblage *d* qui lui sert de guide.

Telle est la composition de cette nouvelle machine soufflante. En voici les effets :

Deux ouvriers ou un plus grand nombre si le besoin l'exige, étant appliqués à la manivelle R et la faisant tourner, impriment le mouvement de rotation à l'arbre Q, au volant S et à la manivelle T. Cette manivelle tirant et poussant alternativement la bielle U, met en action le soufflet A, qui, quand il s'ouvre, aspire l'air extérieur par les deux soupapes *c*, fig. 94, pratiquées dans la face de devant de la caisse B.

Lorsqu'au contraire le soufflet est comprimé par la bielle U, il s'établit dans l'espace de la caisse B, qui n'est pas occupé par le soufflet, un vide qui se remplit par l'air extérieur, arrivant dans cette caisse par les soupapes *f* de derrière et aidant encore à fermer le soufflet. Cette compression force l'air qui est entré dans ce soufflet par les soupapes de devant *c*, à passer dans la têtière, en ouvrant la soupape N pour sortir par la buse M. Lorsque le soufflet vient de nouveau à se dilater, les trois soupapes N et *f* se ferment, l'air renfermé dans la caisse B obligé d'occuper un plus petit espace par l'effet du développement du soufflet est comprimé à son tour et devient assez fort pour faire ouvrir la soupape *b* qui le laisse passer dans le réservoir Y d'où il se rend par l'ouverture Z ouvrant par en bas, d'abord dans la têtière du soufflet, et ensuite dans la buse M.

Il résulte de cette combinaison que, soit que le soufflet se dilate ou se comprime, il existe toujours un courant d'air qui ne cesse de sortir par la buse pour alimenter la combustion.

La Société d'encouragement de Londres n'a accordé aux auteurs de cette machine, le prix qu'elle leur a décerné, que

sur des certificats de MM. les ingénieurs composant le bureau de la marine, constatant que des expériences faites par eux pour s'assurer si cette machine pouvait servir à forger de fortes ancres de vaisseaux, leur ont donné la conviction que, bien qu'elle n'occupe que moitié de l'emplacement des soufflets ordinaires employés aux mêmes usages, elle a un effet beaucoup plus puissant que celui de ces derniers; qu'elle est moins sujette à se détériorer, qu'elle exige moins de peine pour être mise en action, et qu'elle est très-convenable pour les feux dont l'entretien exige l'emploi de deux hommes au plus.

Cette machine toute montée et mise en place, coûte, en Angleterre, 52 liv. sterl. et 10 sch., ce qui fait à peu près 1,300 fr. Les soufflets ordinaires de 11 pieds anglais, coûtent, en Angleterre 52 liv. non compris la pose.

Au moyen de cette nouvelle machine soufflante, il a été fondu aux forges de Wandsorth une charge de 1800 pesant en 70 minutes.

Les éloges donnés à ce soufflet et les encouragements qu'il a mérités aux auteurs, sont assurément légalement acquis. Cependant il nous semble que cette machine telle que les journaux anglais la font connaître, est encore susceptible de recevoir de nombreux perfectionnements. Le soufflet intérieur, d'après sa construction, ne doit point fournir tout le vent utile: la compression ne pouvant s'y opérer parfaitement; d'une autre part, la manivelle V, doit être dure à pousser, la force de levier se trouvant restreinte de moitié par suite de la position de cette manivelle qui devrait être placée plus haut. Cependant, tel qu'il est, ce soufflet présente une idée nouvelle, encore bien que le mouvement de rotation ait déjà été appliqué aux machines soufflantes, ainsi que nous l'avons vu plus haut.

Il existe encore beaucoup d'autres moyens de construire les machines soufflantes ; vouloir les faire connaître tous serait une tâche très-difficile à remplir. L'étude que nous avons faite de cette partie, et les recherches qu'elle a nécessitées nous ont convaincu que pour être traitée à fond, la connaissance des machines soufflantes exigerait un traité séparé. Si nous l'entreprenons quelque jour, ou si quelque autre s'adonne à ce travail, les descriptions que nous venons de donner y trouveront nécessairement place. Nous finirons cet important chapitre par quelques moyens de transmission de mouvement et quelques aperçus généraux qu'il est indispensable de faire connaître.

§ 9. QUELQUES MOYENS DE TRANSMISSION DU MOUVEMENT DES MOTEURS AUX SOUFFLETS.

Les exigences de la localité déterminent assez ordinairement la forme à donner aux agents chargés de transmettre le mouvement. Nous ne saurions rapporter toutes les façons différentes de construire la branloire ; on en voit de très-ingénieuses, on les complique plus ou moins ; le plus souvent c'est un levier simple ; la sonnette doit toujours, autant que possible, se trouver située entre le feu et l'enclume, de manière à ce que le forgeron l'ait sous la main lorsqu'il la tire lui-même. Cette condition est moins indispensable lorsqu'on a un tireur de soufflet. Dans plusieurs ateliers de clouterie on emploie des moteurs étrangers (des chiens), et alors la branloire est attachée à la manivelle d'une roue ; cette manière de faire mouvoir un ou plusieurs soufflets par une force de rotation a l'avantage de moins fatiguer le souffleur. Nous donnons, fig. 96, le moyen de souffler par un mouvement continu dans le même sens ; la manivelle *a* peut être remplacée par une roue ou un tambour, et dans le cas où elle serait

conservée. On peut ajouter à son effet en posant un volant sur l'arbre. Si l'on emploie des bielles résistantes comme nous l'avons indiqué en *b* et en *c*, on peut alors se dispenser de charger le dessous du soufflet. Si au contraire ces deux bielles sont remplacées par des cordes, il sera nécessaire de suspendre un boulet sous le soufflet. On peut choisir les bielles si elles doivent moins peser que le boulet et si leur frottement dans les tourillons des brisures est peu de chose.

La figure 97 de la même planche fera connaître la manière de mettre un ou plusieurs soufflets en mouvement par le moyen d'un manège ; *b c*, *b c* peuvent également être faits en bois, en fer ou en cordes, et les observations que nous venons de faire en parlant de la figure 96, leur sont applicables.

La figure 98 est un moyen de souffler avec le pied en appuyant sur la marche ou pédale *a* ; il est utile de l'employer lorsque pour certaines opérations on a besoin des deux mains.

Soufflets mus par un pendule.

« .... M. Vallance a eu l'idée de faire mouvoir des soufflets par un pendule, au moyen du balancement oscillatoire d'un pendule de grande dimension. Nous donnons la figure de cet appareil, que peu de mots suffiront pour faire parfaitement comprendre. Le bâtis *a*, fig. 99, fait en charpente, recevra toute forme voulue par les localités. Celle que nous lui donnons pourra servir de règle. Le pendule *b*, formant par le haut un segment de cercle denté, engrènera sur un pignon *e*, monté sur le bout d'un arbre coudé en vilebrequin, *d*. Cet arbre pourra présenter autant de coudes qu'il sera nécessaire de faire mouvoir de soufflets. Dans la figure 100, nous avons représenté cet arbre avec deux coudes afin de faire comprendre, par un seul exemple, que les soufflets peuvent être placés en haut, en bas, sur une même ligne, et, en général, selon

toute position qui sera nécessitée par l'emplacement et les alentours de la forge; *e e* sont deux ressorts régulateurs que l'auteur annonce comme devant régler, et même aider, l'action du pendule; *f*, bielles qui transmettent aux soufflets le balancement des vilebrequins de l'arbre *d*. On assure qu'avec un pendule ainsi construit, ayant 20 pieds anglais de longueur, et étant chargé d'un poids de 15 quintaux, un seul homme peut imprimer le mouvement à une machine qui exigerait la force de deux chevaux........ » (*Journal des Ateliers*, par M. Paulin-Desormeaux, page 267.)

Soufflets mus par des cames et buscules.

Indépendamment de ces moyens de transmission, il en est une foule d'autres employés partout, et qui sont trop nombreux pour être rapportés ici. Nous nous contenterons d'en exposer deux ou trois, afin que les personnes qui n'ont pas voyagé s'en puissent faire une idée.

Nous avons conservé dans nos figures les anciens soufflets en bois, qui sont peut-être encore en usage dans quelques contrées, mais que nous n'avons rencontrés nulle part, et dont nous ne nous faisons même pas une idée bien précise d'après la description qu'en donnent les auteurs qui ont traité cette matière. Ils disent: « .... Ces soufflets se composent » de deux *coffres* pyramidaux dont l'un pénètre dans l'autre... » Le *coffre* inférieur, qui porte la buse, est immobile; le » *coffre* supérieur, au contraire, est mobile; lorsqu'il s'élève, » l'air entre par la soupape; lorsqu'il s'abaisse, l'air comprimé s'échappe par la buse. Les bords des deux *coffres* » s'appliquent exactement l'un contre l'autre au moyen de » liteaux poussés par des ressorts. Un arbre tournant, mû par » l'eau ou la vapeur, donne le mouvement à ces soufflets.... » Telle est, sauf légère modification dans les expressions, la

description que l'on rencontre partout. Or, nous avouons que nous n'y comprenons pas grand'chose, ou bien la machine soufflante est bien imparfaite si elle est telle que ces descriptions nous en fournissent l'idée.

En effet, si *a* et *b*, fig. 101, sont deux *coffres* renversés l'un sur l'autre, *b* formant le couvercle d'*a*, il est bien certain que *b*, virant sur *c* en s'ouvrant, la capacité de ces deux coffres se remplira d'air, fourni par la soupape, que l'on peut avoir pratiquée en dessus au coffre *b*, ou, mieux, au-dessous au coffre *a*. Il est encore bien certain que cet air, contenu dans les coffres, sera comprimé lorsque *b*, livré à lui-même, ou obéissant à la pression d'une came, descendra sur *a* et sera poussé violemment vers la buse. Tout cela est clair, mais ce que je ne comprends pas, c'est le moyen employé pour presser et chasser l'air que contient le coffre *a*, lorsque les bords du coffre *b* touchent en bas, et que les bords du coffre *a* touchent le fond du coffre *b*; c'est-à-dire lorsque la ponctuée *a'*, qui indique les bords du coffre inférieur, se confond avec la ponctuée *b'*, qui indique le fond du coffre supérieur. L'air contenu dans le coffre inférieur, *a*, doit alors faire *matelas*, ce qui est un vice énorme dans toute machine soufflante, parce que l'élasticité de l'air s'oppose à ce que la pression du coffre supérieur, *b*, produise tout son effet. Si les choses se passent ainsi dans les soufflets en bois, on a fort bien fait de les abandonner, et ceux qui seraient contraints de les employer feraient bien de faire la partie inférieure *a*, massive, ayant seulement un dégagement de conduite pour le passage du vent dans la buse. Nous demandons pardon pour cette petite digression, et nous rentrons de suite dans la description des moyens de transmission du mouvement.

Dans cette même figure, *e* est l'arbre à cames mû par l'eau ou la vapeur; les cames *f*, venant appuyer sur le mentonnet *g*, forcent le coffre *b* à recouvrir tout-à-fait le coffre *a*. Aus-

sitôt qu'il est descendu entièrement, la came quitte le mentonnet, et ce coffre *b* est libre. Il resterait abaissé s'il n'était de suite enlevé par la bielle brisée *h*, assemblée en brisure, tête de compas, avec le bras de levier-bascule *i*, fig. 102, ou, si le soufflet est seul mis en mouvement, par la bascule à poids, fig. 104, dont il va être parlé.

La figure 102 représente la bascule dont il vient d'être parlé, placée soit au plafond, comme dans la figure 104, soit comme nous l'avons dessinée. Elle est destinée à ouvrir et fermer alternativement les deux soufflets *a b*, *a b*, et voici comment cet effet a lieu. L'arbre *e*, fig. 101, est représenté figure 103 sur sa longueur. Il est supporté, à son extrémité de droite, par un collet-tourillon reçu dans une crapaudine à double coussinet, et par l'autre extrémité par un collet, tournant entre des coussinets. Il porte en dehors de son point d'appui une roue dentée, *j*, plus ou moins grande, suivant qu'on veut un mouvement plus ou moins vif. Nous avons représenté cet arbre destiné seulement à faire mouvoir deux soufflets; s'il devait faire mouvoir trois, quatre, et même plus, il faudrait autant de rangs de cames que de soufflets. Quand la came *f* a comprimé le soufflet *a b*, elle quitte le mentonnet *g*, et, aussitôt, la came *f'* rencontre le mentonnet de l'autre soufflet, qu'elle force à baisser; alors la bascule *ii*, qui s'était abaissée du côté de la bielle *h*, se relève et enlève le premier soufflet, qui reprend son vent jusqu'à ce que la came *f'*, quittant le mentonnet du second soufflet, et la came *f*, comprimant de nouveau le premier soufflet, fait incliner de nouveau la bascule *ii'*, relève la bielle *h'*, qui enlève de nouveau le second soufflet, et ainsi de suite.

Les ponctuées *k* indiquent la portée de l'oscillation de la bascule *i*.

Le levier à poids, fig. 104, est employé lorsqu'on ne veut faire qu'un soufflet A, fig. 105, ainsi que nous venons de le

dire. On emploie ce moyen lorsque la position de l'arbre *e*, qui porte les cames *f*, y force. Sinon, le soufflet étant situé comme en B, la came *f*, au lieu d'appuyer sur le mentonnet *g*, comme en A, le relève, ainsi qu'on le voit en B. Lorsque la came abandonne le mentonnet, le coffre supérieur de ce soufflet, qui est chargé de poids considérables, redescend en comprimant l'air et le chasse par la buse. Dans ce dernier cas, où la came relève au lieu d'appuyer, on peut mettre plusieurs soufflets en alternant les rangs de cames sur le même arbre; il n'est alors besoin ni de bascules, ni de leviers à poids; tous les soufflets retombent d'eux-mêmes lorsque la came les abandonne.

Branloire à double effet, par M. Lorimer-Garriga.

Cette branloire est à double effet parce qu'elle peut être employée comme les branloires ordinaires, et aussi parce qu'elle peut être disposée à soulever et à presser alternativement, comme cela est exigé pour les soufflets Privat, Rabier, pour les soufflets cylindriques dont nous parlerons plus bas, et dans d'autres circonstances, lors desquelles le placement des battants, plateaux ou volants mobiles, s'oppose à ce que ces parties soient chargées de poids qui déterminent leur mouvement de descente après que l'effort de la branloire les a élevées. Il faut alors que la branloire enlève et repousse avec la même énergie. Ici la branloire que nous donnons figure 106 est parfaitement appropriée.

Soit *a a*, la tige en fer ou en bois d'une branloire suspendue par le point *a'* dans la bride *b* fixée au plafond. Cette branloire oscillera sur le pivot *a'* et pourra en outre virer sur elle-même si la bride *b* est brisée en *b'*, fig. 106 et 107, dessinée plus en grand. Pour obtenir le virement, la partie inférieure *b''* est terminée par un tourillon fileté par le haut et destiné

à recevoir un écrou qui l'empêche de redescendre, ou il reçoit une goupille ou une clavette passée en travers qui produisent le même effet. La branloire a donc deux mouvements, un de bascule et un de droite à gauche. Lorsqu'il ne s'agit que d'enlever un ventilateur rappelé par un poids, une corde attachée au crochet *c* produit cet effet. Ce crochet peut aller et venir sur la barre de la branloire et être fixé à volonté au point d'écartement voulu au moyen de la vis de pression *d*. Lorsqu'il s'agit d'enlever et de refouler le ou les ventilateurs, on ajoute le boulet *e*, qu'on recule ou avance, selon qu'on veut avoir plus ou moins de pesanteur. Mais, dans ce cas, il faut remplacer par une bielle rigide la corde attachée au curseur *d*, afin que le mouvement de refoulement puisse s'opérer.

On voit en *f* de cette même branloire un moyen d'adoucir la traction de la sonnette et d'éviter en partie la décomposition de la force lorsqu'on est contraint à tirer obliquement cette même sonnette. La corde *f*, attachée à un point fixe sur le levier de la branloire, vient passer dans la gorge de la poulie à chape, *g*, et facilite le mouvement de bascule.

§ 10. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES SOUFFLETS.

Dans les usines et fonderies, les soufflets à piston en fonte, cylindriques, paraissent obtenir définitivement la préférence. Dans les ateliers de serrurerie, on emploie toujours le soufflet en cuir, et on l'emploiera probablement encore longtemps, parce qu'il est moins coûteux, plus facile à faire, bien plus doux à faire mouvoir. Parmi les soufflets en cuir, celui de M. Rabier nous semble devoir obtenir la préférence.

Un soufflet est bien construit si la pression de l'air est complète ; si, le soufflet fermé, il ne se trouve que peu d'espace vide dans l'intérieur ; cet espace vide, qu'on nomme matelas, produit un très-mauvais effet parce que l'air condensé qu'il

contient se dilate lorsqu'on ouvre le soufflet, et alors il entre beaucoup moins d'air nouveau par les soupapes. Pour parer à cet inconvénient, ou du moins pour y remédier en partie, on doit faire la têtière aussi plate qu'il sera possible, sauf à ovaliser le trou conique qui forme la naissance de la buse, ainsi que nous l'avons représenté fig. 45 et 46. Il faudra aussi n'employer que des nervures très-minces, afin que les plis occupent le moins d'espace possible. Néanmoins on n'obtiendra jamais, ou du moins on n'a pas encore obtenu la perfection à cet égard ; elle ne se rencontreque dans les machines à piston dans lesquelles seulement il devient possible, au moyen d'une bonne construction, de chasser tout l'air inspiré par les soupapes.

Soupapes.

Les soupapes doivent être faites de bois raide et léger, non sujet à se tourmenter, garnie de peau douce et moelleuse. Le rapport de la grandeur des soupapes avec la capacité du soufflet, n'est pas encore établi d'après des règles fixes. La soupape doit être assez grande pour que le vide se remplisse promptement ; il ne faut pas que sa grandeur la rende lâche et trop pesante, parce que, dans ce cas, elle ferme difficilement et ne garde pas bien le vent. Si la soupape est carrée, on mettra l'attache ou la charnière du côté que l'on jugera convenable; cependant on préfère assez généralement, et avec raison, mettre la charnière du côté du gros bout du soufflet : elle ferme mieux, parce qu'alors l'air qui se rend à la buse la ferme, tandis qu'il pourrait la soulever un peu si elle était tournée dans le sens contraire. Si la soupape affecte la forme d'un parallélogramme, il sera convenable de mettre la charnière sur l'un des grands côtés pour assurer d'autant plus sa fermeture hermétique. Dans une soupape bien construite, le clapet ne dépasse que de peu de chose l'ou-

verture de prise d'air. Si le clapet est grand, il s'ouvre difficilement et le soufflet ne prend pas bien son vent, parce que la pression intérieure agit plus puissamment sur ce clapet que ne le fait la pression extérieure qui est bornée, à la grandeur de l'ouverture.

Dans les grands soufflets on fait des clapets coniques en bois léger. Les cônes sont reçus dans des trous également coniques. Au moment de l'inspiration, l'air extérieur pousse en dedans ces sortes de bouchons qui sont maintenus par des bandelettes de peau comme les soupapes ordinaires. Lorsque l'air est comprimé dans l'intérieur, il appuie sur les bouchons et les fait entrer dans les trous coniques qu'ils ferment hermétiquement. De légers ressorts en acier, assez flexibles pour qu'ils puissent céder à l'effort de l'air extérieur, concourent, dans quelques-uns de ces soufflets, à assurer l'exacte fermeture du trou lorsque le battant se referme ; les figures 108 et 109 représentent la coupe d'un de ces trous garni de son cône, savoir : la figure 108, lorsque la soupape s'ouvre, et la figure 109, lorsque l'air comprimé la fait fermer. Dans l'une et dans l'autre nous avons mis le ressort dont il vient d'être parlé, bien qu'il soit assez rarement employé. Le plan de ces trous est ordinairement rond ; mais il arrive qu'il est quelquefois triangulaire ou carré ; il va sans dire qu'alors le bouchon au lieu d'offrir l'aspect d'un cône tronqué, est formé par une pyramide tronquée triangulaire ou quadrangulaire.

Ame du soufflet.

Un soufflet carré est dur à mener, et l'effet est moindre que dans un soufflet trapézoïdal, parce que l'air est chassé dans cette dernière forme du grand côté vers le petit où se trouve la têtière, par une pente insensible. Si la têtière occupe, comme nous conseillons de le faire, toute la longueur

de ce petit côté et qu'elle soit elle-même dans toute sa longueur percée en entonnoir très-ovalisé, ainsi que nous l'avons conseillé; l'air y sera poussé fortement sans rencontrer sur son passage aucune surface droite contre laquelle il puisse butter et faire ressort. Il faudra alors moins d'effort pour le faire passer dans la buse. Si le soufflet est carré, il se trouve des deux côtés du trou de la têtière des surfaces qui s'opposent à la marche du vent, et contre lesquelles il se refoule. Il faut alors plus de force pour le comprimer; et cet air comprimé en se dilatant remplit de nouveau le soufflet, lorsque le battant s'ouvre pour aspirer l'air extérieur; la soupape se lève moins facilement et l'aspiration est moins forte. Cet inconvénient se fait sentir aussi dans les soufflets cylindriques, le trou du porte-vent étant au milieu du disque immobile. Ce soufflet est plus dur à manœuvrer, parce qu'il est dépourvu de cette force de levier qui agit dans les soufflets trapézoïdaux, de l'extrémité du volant à l'axe de la charnière; mais ces soufflets cylindriques donnent plus de vent que les autres.

Indépendamment du choix de la forme, le constructeur doit veiller à ce que l'intérieur du soufflet soit bien uni, à ce qu'il ne s'y trouve ni saillie, ni traverse, ni quoi que ce soit qui puisse gêner la circulation de l'air, ni le plus grand rapprochement possible des ventaux. La peau doit être moelleuse, et on doit avoir soin de la graisser de temps à autre, afin de l'entretenir dans cet état. Son adhérence sur le champ des ventaux doit être parfaite. Nous avons dit comment elle s'opère à l'aide de lanières métalliques ou de cuir, assujetties par des clous à large tête; nous avons vu dernièrement mettre en usage un autre procédé qui est bon. Un forgeron a pratiqué sur les champs des ventaux et du diaphragme de son soufflet, à l'aide d'une râpe, une rainure angulaire; il a fait dresser par un menuisier des brins de cercles de tonneau et leur a fait donner la forme triangulaire de manière à pouvoir

entrer dans la rainure et la remplir à peu près. Après avoir mouillé les bords de la peau, il l'a fait entrer dans la rainure angulaire pratiquée sur les champs et a posé le cercle pardessus, en le faisant entrer et prendre la courbure à l'aide de pointes (on pourrait mettre de petites vis à bois); il a recouvert le tout d'un galon métallique cloué sur le cercle. Cette manière de fixer la peau, qui est d'ailleurs collée, doit être très-bonne. Le soufflet ainsi confectionné ne perd aucun vent et promet une longue durée. Tous les ouvriers savent qu'il n'est pas facile de fixer le cuir après la têtière ; on y parvient plus aisément au moyen de la rainure, en fait prendre d'abord le pli en serrant le cuir mouillé avec une corde et on pose ensuite les morceaux de cercle.

Il nous a semblé que, sans faire de rainure, on obtiendrait un effet à peu près pareil en clouant un cercle ordinaire sur les champs. Cette observation que nous avions cru devoir faire a été combattue par l'ouvrier constructeur, qui a allégué que plat contre plat ne serre pas autant que l'angle saillant entrant dans l'angle rentrant. Il peut avoir raison, nous livrons l'une et l'autre opinion à la décision du lecteur.

§ 11. MANOEUVRE DU SOUFFLET.

Nous avons vu dans le courant de ce chapitre que, dans une bonne construction du soufflet à deux vents, la capacité du ventilateur ou culotte doit être moitié double de celle du réservoir d'air, et que dans le soufflet à trois vents de M. Rabier, les ventilateurs sont au réservoir d'air dans la proportion de trois à quatre. Dans l'un et l'autre cas le vent n'est plein et le soufflet ne donne tout son effet que lorsque le réservoir d'air est rempli; pour le remplir et le tenir dans cet état, il convient de faire mouvoir le ventilateur ou les ventilateurs. Quelques personnes les mettent en mouvement au moyen de petits

coups répétés : cette manœuvre est fautive et détruit promptement les soupapes ; les coups ne doivent point être trop précipités, il faut faire parcourir au ventail du bas toute sa portée. Un mouvement trop lent aurait aussi son inconvénient, mais il serait bientôt remarqué, la baisse du réservoir d'air en serait un sûr indice ; il est donc nécessaire de faire marcher le soufflet largement et sans trop de précipitation.

Lorsqu'on veut obtenir un vent plus rapide, on charge le réservoir d'un poids plus ou moins lourd suivant l'effet qu'on veut produire. Ce poids, lorsqu'il est trop lourd, remplit mal son objet, parce que l'air à chaque renouvellement entrant dans un air fortement comprimé est chassé immédiatement vers la buse et que le vent devient alors saccadé, comme si on se servait d'un soufflet simple ; il y a donc, relativement à ce poids, certaine limite qu'on ne peut franchir et que l'expérience fera connaître.

Porte-vent.

Autant que possible le porte-vent sera droit ; s'il est nécessaire de le courber, les angles devront être arrondis. Si le porte-vent est très-long, il sera bon d'en fermer l'entrée par un clapet ; si le porte-vent aboutissait à un réservoir commun à plusieurs soufflets, ce clapet serait une nécessité, et dans tous les cas il devra toujours être placé sur la têtière à la naissance du porte-vent. La longueur du porte-vent n'est pas un défaut, le vent au contraire paraît plus impétueux lorsqu'il a une certaine longueur. Passé une certaine limite, très-éloignée cependant, la longueur du porte-vent serait un défaut grave et même capital. Car il pourrait arriver qu'à certaine distance, la résistance de l'air immobile fît équilibre avec la force d'impulsion de la machine soufflante, et que tout effet fût suspendu ; mais cela n'aurait lieu qu'à de grandes distan-

ces et dans les cas ordinaires la force du vent semble s'accroître avec la longueur du porte-vent. L'embouchure du porte-vent doit être conique; cette disposition donne de la force au vent.

Tels sont les principes les plus importants à connaître pour la construction des soufflets ordinaires. Nous n'avons pu parler dans cet ouvrage des trompes à vent, des soufflets en bois, des soufflets hydrauliques; ces grands agents d'impulsion de l'air ne sont employés que dans les usines, et le forgeron ne trouvera jamais à en faire une application utile pour sa boutique ou pour l'atelier d'amateur. Il n'en n'a pas été de même des soufflets à piston; nous avons dû les faire connaître, parce que rien ne s'oppose (nous en avons fait l'application dans des dimensions très-restreintes) à ce que, rendus plus maniables, ils ne puissent devenir un jour un ustensile de la boutique. La connaissance parfaite de toutes les machines à produire le vent, leur description, feraient l'objet d'un traité spécial très-intéressant et ne sauraient trouver place dans les limites d'un chapitre de l'Art du Forgeron, qui doit renfermer tant d'autres *matières*. Nous ne pouvons, pourtant, nous dispenser de faire connaître les *soufflets cylindriques* et les *soufflets ventilateurs*, qui paraissent avoir beaucoup d'avenir... Nous terminerons par les appareils à air chaud.

§ 12. SOUFFLETS CYLINDRIQUES.

Les soufflets cylindriques se répandent de plus en plus dans les ateliers. Pourquoi? Les uns prétendent qu'ils donnent plus de vent; les autres disent qu'ils sont plus faciles à placer; d'autres encore, qu'ils sont plus doux, plus maniables. Nous n'entrerons pas dans la discussion de tous ces avantages, et d'autant plus que nous avons construit pour notre usage un de ces soufflets dont nous sommes très-satisfait. Vaut-il mieux

que notre soufflet Rabier? La question serait embarrassante à résoudre, et nous préférons en donner la description, sauf au public à expérimenter et à juger. Chacun a son avis; le nôtre ne serait peut-être pas le meilleur.

C'est à l'exposition des produits de l'industrie de 1839 que les soufflets cylindriques ont été exposés. Voici le rapport du jury central :

« . . . . M. ENFER expose des soufflets cylindriques » à vent continu, composés de deux caisses séparées par le » plateau circulaire qui reçoit le mouvement de la branloire » et détermine l'agrandissement et le rétrécissement alterna- » tifs de l'une et de l'autre capacité. Le vent aspiré dans cha- » cune d'elles est refoulé dans une troisième caisse ou com- » partiment, formant réservoir d'air, qui est placé au-dessus » des deux autres ; l'air venant de la capacité inférieure ar- » rive à ce réservoir par un conduit métallique placé exté- » rieurement; le plateau mobile est lié à la branloire par un » étrier. Les soufflets de M. Enfer sont bien établis; ils occu- » pent peu d'espace, ainsi que le prouvent les forges porta- » tives exposées par le même fabricant. »

« Le jury décerne à M. Enfer une mention honorable. »

« M. PAILLETTE. — Les soufflets exposés par M. Paillette » sont construits dans le même système que ceux du précé- » dent; ils ont la forme prismatique à base carrée, au lieu » de la forme cylindrique. La branloire, à laquelle est lié » le plateau mobile, traverse, dans un fourreau en cuir flexi- » ble, le corps du soufflet, et le vent du deuxième comparti- » ment, placé au-dessous du plateau mobile, est conduit au » réservoir d'air par un conduit intérieur en cuir flexible.

« Les soufflets de M. Paillette sont d'une bonne exécution, » occupent peu de place, comme ceux de M. Enfer, et lui mé- » ritent la mention honorable que le jury lui décerne. »

Depuis, les soufflets cylindriques ont fait leur chemin dans

le monde industriel. Les soufflets carrés de M. Paillette n'ont pas eu la même vogue ; le cylindre est, après la sphère, la forme de plus grande capacité sous moins de volume. Le soufflet carré est, pour être bien fait, d'une exécution plus difficile que le soufflet rond ; et puis, nous devons le dire, le conduit intérieur en cuir souple est sujet à plusieurs inconvénients ; nous l'avons éprouvé dans la construction de nos soufflets Rabier, encore bien que, dans ces derniers soufflets, ce conduit, placé non loin de la têtière, ne soit guère que de 5 à 6 centimètres dans son plus grand écartement. Que serait-ce donc si, comme dans le système Paillette, il était susceptible de devoir être porté à 4, 5, 6 décimètres de longueur, selon l'ouverture du ventilateur supérieur. Et puis, le soufflet cylindrique, s'enfermant aisément dans un gros cylindre de tôle, est bien moins gênant que le soufflet carré. Enfin, comme c'est ce dernier que nous avons exécuté, nous en donnons le dessin, sans prétendre pourtant que notre exécution soit celle de M. Enfer, que nous n'avons vue à l'exposition que revêtue de son enveloppe de tôle. Peu importe les diverses manières, nous sommes sûr de la nôtre, puisqu'elle fonctionne bien ; c'est ce qui fait que nous la donnons avec confiance.

a, fig. 110, 1er ventilateur ; *b*, 2e ventilateur ; *c*, réservoir d'air. La base *a'* est exhaussée sur quatre pieds si elle doit poser à terre. Si le soufflet doit être suspendu, ces pieds deviennent inutiles. Si cette base est faite en bois peu épais, on applique dessous la boîte à air *a''*. Mais si le plateau de bois est épais, on creuse à la gouge cette boîte dans son épaisseur.

On voit au plan, fig. 111, ce même plateau-base ; *a* est la soupape percée au centre, et dont un cercle ponctué indique la baie, dont la prise d'air est en dessous ; cette baie est recouverte d'un clapet en peau, renforcé d'une planchette ou d'un carton. Nous n'avons pas indiqué la bride en cuir souple,

dont nous avons parlé lors de la description qui a été donnée des soupapes ordinaires. *b b b* Sont trois des pieds, le quatrième n'étant pas visible puisqu'il est recouvert par le coude *a'''*, visible en élévation, fig. 110, et recouvrant la boîte à air *a''*, avec laquelle il est joint hermétiquement. Ce coude est fixé avec des vis sur le champ du plateau-base *a*; les lignes ponctuées *a'' a''* indiquent les limites de l'entaille creusée dans le plateau pour que l'air passe librement dans le coude *a'''*. La largeur et la profondeur de cette entaille doivent être calculées de manière à ce que l'ensemble de leur capacité soit supérieure à la capacité du tube *l*, fig. 110, dont il va être question.

d, même figure 111, portée circulaire réservée en saillie sur le plateau-base. C'est sur cette portée qu'est collé et cloué le cuir *a*, fig. 110, du premier ventilateur.

e, quatre trous destinés à recevoir, par le bout inférieur fileté, les quatre piliers en fer rond dont il sera parlé.

f, plateau mobile vu en élévation, fig. 110, et en plan pardessus, fig. 112. C'est ce plateau, situé entre les deux ventilateurs *a* et *b*, qui monte et qui descend pour remplir d'air et vider alternativement les deux ventilateurs *a*, *b*; et aussi, soit qu'il monte ou descende, ponr chasser dans le réservoir *c* l'air comprimé dans les deux ventilateurs.

Ce plateau doit fixer l'attention.

La figure 112 le représente vu en dessus, parce qu'en dessous il n'offre aucune particularité. La soupape *f'* ne le traverse pas dans toute son épaisseur et n'est point apparente en dessous. Après avoir creusé le bois aux trois quarts de son épaisseur, on fouillera en dessous, suivant les ponctuées *f''*, de façon que l'ouverture, qui va toujours en élargissant, à partir du cercle ponctué, soit aussi grande qu'elle est marquée en *f''*, fig. 110, qui montre ce même plateau *f* en élévation. C'est par cette ouverture, et en soulevant la soupape *f'*, que l'air

remplit le second ventilateur lorsque le plateau mobile descend.

f''', trois bras en fer solidement enfoncés dans l'épaisseur du plateau mobile, et servant, d'une part, de point d'attache aux tringlettes moteurs *i*, fig. 110, et de l'autre à supporter les poids, *m*, qui chargent ce plateau, que l'on doit rendre très-pesant par tous les moyens possibles.

La marche ascendante et descendante de ce plateau *f*, fig. 112, est réglée par les quatre pitons *e*, dans lesquels passent les quatre petits piliers en fer rond, *e*, fig. 110, 111, 112, 114.

Figure 113, *g*, fig. 110, élévation; *g*, fig. 113, plan, vu en dessous et vu en dessus, fig. 114, diaphragme immobile séparant les ventilateurs du réservoir d'air et supportant la buse ou têtière du soufflet.

g g, trou central livrant passage à l'air du ventilateur *b*, lorsque le plateau mobile remonte et le comprime dans le ventilateur *c*. Ce trou correspond à la soupape *g'*, fig. 114, qui se soulève pour laisser passer le vent, et qui se referme aussitôt après, lorsque le plateau mobile recommence à descendre. *d*, portée circulaire correspondant avec la portée *d*, fig. 111, et servant au même usage. Les trous *e e e e* ne sont point taraudés; ils servent à livrer passage exact à glissement aux piliers *e*, qui sont garnis en haut soit d'une embase rapportée en cuivre ou fer, ou qui forment un épaulement sur lequel le diaphragme *g* s'appuie. Pour maintenir ce diaphragme, le pilier se termine par un tenon-tourillon au travers duquel on perce un petit trou qui reçoit une goupille d'arrêt; ou bien le tourillon dépasse en dessus d'une partie filetée qui reçoit un écrou faisant pression sur le plateau diaphragme *g*, et le maintient invariablement fixé au plateau-base, fig. 111.

g'', coude de même forme et attaché par les mêmes moyens que le coude *a'''*, fig. 111. Il doit être placé bien en regard; son épaulement, destiné à recevoir le tube métallique, *l*, fig.

110, doit coïncider; seulement, ici, dans cette figure 113, le trou est en dessous au lieu d'être en dessus, comme dans la figure 111.

g''', fig. 113 et 114, courbe ponctuée indiquant la mortaise percée dans l'épaisseur du diaphragme *g*, aboutissant par son évasement à l'ouverture, et par le fond au trou ponctué, recouvert d'une soupape, fig. 114.

g', autre coude, fait de la même manière, appliqué de même sur le champ du diaphragme, mais sur la partie diamétralement opposée, et tourné en sens inverse, c'est-à-dire de manière à ce que l'ouverture se trouve en dessus, ainsi qu'on le voit figure 114.

Dans cette figure 113, ainsi que dans celle 114 qui suit, les quatre trous *eeee* servent à loger et à fixer l'extrémité des piliers en fer *l*, soit avec des goupilles visibles dans l'élévation, fig. 110, soit avec des écrous, comme il vient d'être dit.

La portée circulaire *d* sert à recevoir la peau du second ventilateur, qui y est collée et clouée. La figure 114 est le plan, vu en dessus, de ce même diaphragme immobile; les mêmes lettres indiquent les mêmes parties; ici, le coude *g*, servant de buse, reçoit sur son épaulement circulaire le tuyau qui conduit le vent à la tuyère; ce tuyau est indiqué par les verticales ponctuées *g'* dans l'élévation, fig. 110. La partie ombrée dans l'intérieur de la portée circulaire, *d*, sert à faciliter la sortie du vent, comme on l'a vu en *a''*, fig. 111. C'est sur la portée circulaire *d* qu'est collé et cloué le bas de la peau qui formera le réservoir d'air.

j', trois trous taraudés dans lesquels sont vissées les tiges conductrices en fer poli *j*, fig. 110.

Fig. 115, plateau *h*, fig. 110; il est plein avec une portée circulaire, *d*, par-dessus et par-dessous; celle du dessous sert à recevoir le haut du manchon de peau formant le réservoir d'air, qui y est collé et cloué; celle du dessus sert à main-

tenir les poids dont ce dernier plateau est chargé. Les trois trous j' livrent un passage aisé aux tiges conductrices j, fig. 110.

Manière de construire.

Lorsqu'il s'agit de mettre la peau sur ce soufflet, la peau étant cousue en tuyau à double couture poissée, et recouverte intérieurement d'une bandelette de peau fine et souple collée dessus, on introduit dans le tuyau les nervures qui sont faites avec un fort fil-de-fer ou deux ou trois tours de fil-de-fer, si celui qu'on a n'est pas assez résistant. Ces nervures seront recouvertes de peau mince ou simplement d'une étoffe quelconque ; on peut même employer le papier fort pour les petits soufflets ; mais, dans tous les cas, on fait bien d'enduire de graisse le fil-de-fer afin qu'il ne se rouille pas, car la rouille corrode la peau. Ces nervures étant entrées de force (V. pag. 34, 35, *Construction des Soufflets ordinaires*), on tend fortement la peau en la liant entre les nervures avec une forte ficelle qui lui fait prendre le pli qu'elle doit contracter quand le soufflet est formé.

La peau du ventilateur inférieur étant ainsi préparée, on la fait entrer de force sur la portée circulaire du plateau-base, bien enduite de colle de pâte, et on l'arrête de suite avec quatre ou cinq pointes. On recouvre avec une bandelette de cuir, et on cloue la bandelette, enduite également de colle, avec les clous à soufflet, qu'on pose d'abord de deux en deux.

On répète l'opération sur la portée circulaire inférieure du plateau mobile f. Le ventilateur inférieur a est alors garni. On le ferme en serrant la peau entre les nervures avec des ficelles. Puis on continue encore de même pour le ventilateur supérieur b.

Quand la peau est mise sur ces deux ventilateurs $a\,b$ et qu'ils sont hermétiquement clos, on les entr'ouvre un peu et l'on

met en place les quatre piliers *e* en les faisant passer par les pitons libres *e'*. On les visse fortement dans les trous *e*, fig. 111, du plateau-base. On met en place le tube *l*, en le faisant entrer à force sur les deux tourillons des coudes *a'''* et *g''*, puis on fixe les quatre piliers *e* dans le diaphragme, soit à l'aide de goupilles, soit à l'aide d'écrous.

On s'occupe alors de la pose de la peau du réservoir d'air : on commence par la fixer, comme nous avons dit, sur la portée circulaire inférieure du diaphragme, fig. 114, après toutefois avoir mis les sept nervures qu'il doit avoir. On pose alors, soit en les vissant, soit en les chassant à force, les trois tiges conductrices *j*, fig. 110, dans les trous *j'*, fig. 114. On fait passer ces tiges par les trous *j''*, fig. 115, dans lesquels elles doivent glisser très-librement, puis on pose la peau sur la portée circulaire *d* du plateau, fig. 115. Le soufflet est alors terminé.

Pour le faire fonctionner, il ne s'agit plus que de joindre au plateau mobile *f*, fig. 110 et 112, l'étrier à trois branches *i*, fig. 110. Chacune des trois branches est filetée par son extrémité inférieure et reçoit deux écrous *i'* et *i''*. Avant de faire passer chacune des trois branches par un des longs pitons *f''*, fig. 110 et 112, on visse sur la branche le premier écrou à pans *i'*, fig. 110; puis, lorsque la branche dépasse en dessous, on visse le second écrou *i''*, qui fixe la branche après le piton, dans l'œil duquel elle est fermement assujettie en dessus et en dessous. Ce second écrou *i''* est fait de telle sorte qu'il est à tête forée en travers, et c'est dans le trou de cette tête qu'on passe le fil d'archal qui supporte le poids *m*; on attache alors la chaîne *k* de la branloire, après l'étrier *i*, et le soufflet est prêt à marcher.

Dans cet état, si l'on tire la branloire *k*, on enlève l'étrier *i*, qui lui-même enlève le plateau mobile *f*. Le premier ventilateur *a* s'ouvre, aspire l'air par en dessous, par la soupape *a*, fig. 111. Mais, en même temps, le ventilateur supérieur *b* se

ferme et chasse l'air qu'il contenait par le trou central *g g*, en soulevant la soupape *g g*, fig. 113 et 114, dans le réservoir *c* qu'il soulève en faisant glisser très-librement sur les tiges conductrices *i*, le plateau supérieur *h*, lequel, pressé par le poids dont il est chargé, ferme la soupape *g g*, fig. 114, et chasse le vent par le conduit *g'*, d'où il passe dans le tuyau qui conduit le vent à la tuyère.

Lorsque le plateau mobile *f* est parvenu en haut de sa course, que le réservoir *b* est comprimé et vide, et qu'on cesse de tirer la branloire, les poids *m*, pesant sur le plateau mobile *f*, le forcent à redescendre. Alors, l'air qu'il avait aspiré se trouvant comprimé, ferme la soupape *a*, fig. 111, et trouve son issue par la boîte à air *a''*, fig. 110 et 111, et se rend dans le coude *a'''*, monte dans le tube *l* et vient, après avoir passé par le coude *g''*, fig. 113 et 114, soulever la soupape *g'''*, pour se répandre aussi dans le réservoir d'air et s'opposer à ce qu'il se referme tout-à-fait, et ainsi de suite, tant qu'on fait fonctionner la branloire. Nous avons marqué par de petites flèches dans la figure 110, la marche de ce vent, depuis le ventilateur du bas jusqu'à sa sortie par la buse *g'*.

§ 13. SOUFFLETS VENTILATEURS.

On appelle ventilateur un appareil au moyen duquel on met l'air en mouvement. Le moyen le plus souvent employé est celui de quatre ailes ou palettes mues rapidement et circulairement dans un tambour ou cylindre dont elles occupent toute la capacité, sans toucher pourtant à la paroi de ce tambour ou de ce tube. On conçoit que l'air entraîné dans le mouvement de rotation rapide doit être lancé contre la paroi intérieure du tube ou du tambour dans lesquels les ailes se meuvent, et doit faire effort contre cette partie pour s'échapper par la tangente. Depuis longtemps on emploie ces

ventilateurs dans une foule de circonstances; tantôt comme moyen de désinfection et d'assainissement, tantôt comme réfrigérants, d'autres fois comme moyen de prompte dessiccation. Dans certaines usines où l'on broie diverses matières à réduire en poudre, et pour que cette poudre ne soit point aspirée par les ouvriers qui font la pulvérisation, on établit à l'aide des ventilateurs de forts courants qui, entraînant la poussière produite, en garantit les poumons des travailleurs; soit que cette poussière provienne de matières dures, comme verre pilé, cailloux concassés, ou bien, qu'elle soit composée de matières molles, telles que tonte de laine, de coton, etc. Les blutoirs des meuniers sont aussi des ventilateurs. Mais dans ces derniers temps plusieurs industriels ont pensé avec raison que ce moyen pouvait être aussi employé à remplacer les soufflets à l'aide desquels on lance l'air dans le feu pour activer la combustion. Nous ne parlerons pas des essais plus ou moins heureux qui ont été précédemment faits, nous arriverons de suite à la meilleure application qui en a été faite depuis un an ou deux, et au mécanisme simplifié et commode qui a été récemment trouvé par MM. Mettay et Mercier, qui ont pris brevet d'invention et de perfectionnement, pour leurs appareils rendus usuels et à la portée de tout le monde. Le plus utile dans les arts n'est pas de trouver des procédés nouveaux, mais de les amener à un degré de simplicité et de bas prix qui les mette à la portée de tout le monde. Nous allons donc décrire les procédés de ces estimables fabricants.

Nous avons commencé d'abord par parler de la fabrication du plus simple soufflet avant de passer aux soufflets compliqués; de même, relativement aux ventilateurs, nous commencerons par les petits soufflets d'appartement et de cuisine, parce qu'une fois connus, leur application aux forges sera promptement comprise.

La figure 116 montre la perspective du soufflet ordinaire. A

canon en cuivre ; ce canon doit être gros, le soufflet donnant un vent continu, large, abondant. Un petit canon rétréci par le bout produirait un mauvais effet, l'air n'en sortant pas librement s'y condenserait et refluerait vers les ouïes *c* qui restent toujours ouvertes. Ce canon doit être régulièrement conique afin que le vent y glisse sans arrêt ni ressaut.

b, boîte méplate en bois, ou en tôle, cuivre laminé ou autre matière.

c, prise d'air; il y en a une en regard de chaque côté. Ces prises d'air ne formant pas soupape, l'air qui s'y précipite pour entrer dans le corps du soufflet n'a pas besoin d'y être retenu; il passe naturellement par le canon, et les deux ouïes restent ouvertes, aspirant sans discontinuité.

d, manette ou manivelle à l'aide de laquelle on donne le mouvement rotatif aux quatre ailes contenues dans le soufflet.

e, poignée tenue de la main gauche, tandis que la droite tourne la manivelle *c*.

Voici les avantages que les inventeurs annoncent devoir résulter de l'emploi de leur soufflet:

« 1° De fournir une quantité d'air telle que l'on peut allumer un fourneau de cuisine ou un feu quelconque instantanément;

» 2° De projeter l'air sur une large surface et sans intermittence, conditions essentielles pour accélérer la combustion;

» 3° Economie de temps et celle qui résulte de la longue durée de l'appareil que le contact du feu ne peut détériorer, comme cela a lieu pour le soufflet ordinaire qui aspire la flamme et dont le cuir se corrode à l'approche réitérée du feu. »

La figure 117 représente ce soufflet le dessus enlevé afin qu'il soit possible d'en voir le mécanisme; les mêmes lettres indiquent les mêmes parties.

ffff, quatre lames ou palettes décrivant dans leur mouve-

ment de rotation le cercle ponctué f'. Ces lames en tôle vernie sont fixées sur un arbre tournant dans deux crapaudines, ou dans des coussinets, supportés par une double bride en fer indiquée par lignes ponctuées. Cet arbre porte, indépendamment des quatre ailettes et au-dessus d'elles, un pignon à huit ailes *g* engrenant avec une roue dentée divisé en cent soixante dents tournant sur un petit arbre sur lequel est montée à vis la manivelle *d*. Le bois, sous cette roue denté, est plein, suivant la courbe ponctuée *d'*, ainsi que dans les deux parties latérales ombrées, cotées également *d' d'*.

Quand on tourne la manivelle *d*, on fait également tourner la roue dentée et cette roue entraîne le pignon qui fait treize à quatorze tours par révolution selon qu'on a mis 104 ou 112 dents à la roue. On conçoit avec quelle rapidité doivent tourner les ailes qui sont fixées sur l'arbre du pignon, et la quantité énorme d'air qu'elles doivent mettre en mouvement et lancer par le canon.

Forges.

Les inventeurs de cette application ont fait usage de leur ventilateur pour alimenter de petites forges portatives et tout le monde s'accorde à convenir que ces ventilateurs remplissent parfaitement leur fonction. L'expérience prouvera si on ne pourrait pas de même s'en servir pour des forges de serrurier, de taillandier, de maréchal. Si cela a lieu, ce sera une grande amélioration, car les soufflets de forge coûtent cher à établir et trouvent parfois difficilement leur place. Ici le producteur du vent se réduit à peu de chose et est si facilement manœuvré, que, si l'effet est le même, le nouveau procédé doit infailliblement remplacer l'ancien. Il faudrait qu'il survînt dans l'emploi des inconvénients qui nous sont encore inconnus, n'ayant pas encore fait usage d'une forge à ventilateur, pour que ce mode d'alimentation du feu ne fût pas généralement

adopté. Nous devons dire que les rapports qui nous viennent de toute source lui sont favorables, et que les anciennes tentatives de M. *Collier*, rue Richer, nous font beaucoup espérer.

Fig. 118, forge portative en tôle et fonte, vue de profil.

Fig. 119, la même, vue par devant.

Fig. 120, la même, vue par derrière.

Cette forge est mue par le pied.

a a a, bâtis de la forge en fonte de fer, haut d'environ $0^m,9$ plus ou moins, suivant la taille et la commodité de celui qui doit en faire usage. *b* la boîte en tôle renfermant les quatre ailes du ventilateur; le diamètre de cette boîte est d'environ $0^m,2$. *c* tuyère. *d*, roue volant, en fonte, tournant sur axe fixe; cette roue a environ $0^m,8$ de diamètre. *e* manivelle correspondant, au moyen d'une corde ou d'une courroie, à la marche ou pédale *f*. Cette marche n'est point fixée par une charnière afin que le forgeron puisse la tourner selon sa commodité. *g* ouverture aspiratoire, prise d'air; elle est traversée par une bride en fer assez épais pour que les coussinets qui portent l'arbre des ailes du ventilateur puissent y trouver leur appui. Sur ce même arbre prolongé au dehors de la bride, est montée une poulie ayant $0^m,04$ de diamètre recevant la corde ou la courroie de la roue *d*. *h* cheminée hotte en tôle fixée après le bâtis de la forge au moyen de l'étrier *h'* fig. 120.

Dans ces trois figures, comme la roue *d* ne se trouve pas sur le même plan que la poulie, on fait faire un croisement à la corde. Ce croisement, pour éviter les frottements, s'opère sur un galet double tournant sur axe. La relation de la roue motrice à la poulie étant de 80 à 4, il en résulte que les ailes du ventilateur font vingt tours par chaque tour de roue. Chaque tour de la roue peut être évalué à une seconde de durée; d'où il suit que chacune des ailes du ventilateur qui ont $0^m,1$ de longueur parcourent dans le même temps douze mètres.

Fig. 121, 122 et 123, autre modèle vu sur trois côtés ; il diffère de ceux donnés ci-dessus en ce que : 1° le croisement de la corde n'a pas lieu ; ce qui permet de substituer les courroies plates aux cordes ; 2° en ce que la corde ou courroie peut être tendue à volonté au moyen de la pièce mobile *i*, qui porte l'essieu de la roue *d* qui, virant sur le point *j*, peut être levée ou baissée, et enfin fixée à la hauteur convenable par la vis de pression *j*; 3° en ce que la roue-volant *d* est munie d'un poids *d'* fondu du même jet qui ramène toujours la pédale au point de départ.

Fig. 124, 125, autres modèles plus élégants, avec poulies de divers diamètres permettant d'accélérer ou de ralentir le mouvement des ailes du ventilateur.

Fig. 126, ventilateur mû par la main gauche. La roue a un mètre de diamètre, la poulie un décimètre. L'essieu de cette roue *d* monte et descend dans une mortaise traversée faite au milieu de la pièce de bois *k*, fixée au plafond ou supportée par un bâtis à patins. A cet effet l'essieu carré, dans toute la partie qui glisse dans la mortaise-coulisse, porte par devant, du côté de la roue *d*, une forte embase ; et sur son bout, par derrière, est filetée et reçoit un écrou à pans, posé sur rondelle, qui sert à fixer cet essieu à la hauteur voulue et nécessaire pour la tension de la corde. La manivelle *e* est à glissement ; un écrou serre le bouton à l'écartement voulu du centre de la roue. On peut également mettre le bouton de cette manivelle dans un des trois trous *e'*. La courroie *l*, à boucle et pouvant s'allonger, est placée sur le bouton *e* et est terminée par l'étrier à rouleau *m* dans lequel on passe la main gauche pour faire tourner la roue.

Cet appareil, destiné aux bijoutiers, peut servir dans d'autres professions.

§ 14. PINCES A FORGER.

Les pinces de forgeron sont encore un de ces outils dans la fabrication desquels le nouvel adepte fait l'essai de ses premières forces. Cependant nous ne dirons pas dès à présent la manière dont il devra s'y prendre pour les forger, parce qu'il faut des pinces pour en forger d'autres, et qu'il convient mieux de faire notre nomenclature descriptive des divers instruments qui doivent garnir l'atelier du forgeron.

La pince ordinaire, fig. 127, est composée de deux branches de fer contournées, simplement superposées à l'endroit du croisement, et assemblées avec une forte goupille rivée des deux côtés. Il est de principe de donner une certaine courbure aux mâchoires, afin qu'elles puissent serrer particulièrement du bout. Il arrive souvent que ces pinces se déforment lorsqu'on forge et qu'elles chauffent assez pour devenir rouges; il suffit alors d'un ou deux coups de marteau pour leur faire reprendre la forme indiquée dans la figure. On en fait d'ailleurs de plusieurs dimensions.

La pince coudée à plate-bande, fig. 128, sert à forger des fers plats.

La pince, fig. 129, sert à saisir le fer rond, gros et court, qu'on veut battre par une de ses extrémités.

Celle fig 130 est destinée à saisir de petits fers carrés.

Celle fig. 131 sert pour les fers ronds d'un petit diamètre.

Les pinces coudées, fig. 132 et 133, servent à saisir des fers ronds et carrés d'un fort diamètre et d'une longueur telle que les autres pinces ne sauraient les prendre.

On fait encore des pinces dont les mors sont courbés de différentes manières; mais les forgerons font toutes sortes d'ouvrages avec cinq ou six paires différentes dont ils varient seu-

lement les dimensions. On voit, au bas de chaque figure, l'aspect que présente la pince vue en bout.

§ 15. L'ÉTAU A CHAUD.

Nous rangerons l'étau à chaud parmi les ustensiles qui forment les accessoires de la forge, parce qu'il doit toujours être à proximité, afin que le fer puisse y être placé aussitôt qu'il sort du feu. On le voit en I, dans la figure première qui représente l'atelier dans son ensemble. L'étau à chaud doit être fort, trapu, ramassé, il doit être fort du pied et ce pied doit appuyer sur un corps solide, comme un dé en pierre ou le bout d'une pièce de bois enfoncée en terre.

Lorsque l'établi est trop éloigné de la forge pour qu'il soit possible d'y fixer l'étau à chaud (ce qui est toujours incommode, cet étau ne devant pas être aussi élevé que ceux destinés à pincer les objets à limer, on fixe en terre un lourd billot d'orme, cerclé en fer, auquel on attache l'étau. Ce billot doit être assujetti bien solidement. Pour cet effet, on noie ordinairement en terre autant de bois qu'il y a de saillie en dehors, et on entoure la partie enfoncée d'un massif de maçonnerie, avec des scellements en fer, pénétrant dans l'intérieur du billot. Il faut avoir soin de ne pas placer le billot ou l'étau au-dessus d'une voûte de cave, mais bien au-dessus d'un mur de séparation. Cette observation s'applique également à l'enclume et au billot qui la supporte. On prend cette précaution parce que l'étau placé sur un massif de maçonnerie oppose une résistance plus forte à l'action du marteau, lorsqu'on frappe sur le fer rouge qui y est placé, et parce qu'ensuite on ne risque pas que la voûte se détruise ou s'ébranle sous les coups réitérés du marteau.

L'étau à chaud sert en outre à maintenir certaines cloutières ou de petites étampes.

§ 16. L'ENCLUME.

L'enclume est une des pièces principales de l'atelier du serrurier; aussi doit-on apporter beaucoup de soin et de discernement dans le choix qu'on en fera. Les enclumes se vendent au poids, elles coûtent ordinairement 2 francs ou 2 francs 10 centimes le kilog.; quelques-unes pèsent jusqu'à 200 kilog. (400 livres). Un amateur pourra se contenter de s'en faire forger une de 25 à 30 kilog. (50 ou 60 livres), s'il ne doit point façonner dessus de gros fer. Il déterminera la forme qu'il voudra lui faire donner suivant l'espèce d'ouvrage qu'il sera dans l'intention de confectionner le plus habituellement. On faisait de fort bonnes enclumes à Nevers, et celles qui sortaient de la fabrique de M. Pot étaient particulièrement estimées. Les formes de l'enclume étant variées à l'infini, nous n'entreprendrons pas de les reproduire toutes, nous nous contenterons d'indiquer celles qui nous paraissent les plus commodes.

L'enclume proprement dite est représentée par la figure 134, elle est composée de fer et d'acier. Toute la partie inférieure est en fer : le dessus, qu'on nomme *la planche*, est d'acier soudé avec le restant de l'enclume. Comme on peut le voir dans la figure, cette enclume offre par sa planche la figure d'un parallélogramme, terminé d'un bout par une partie carrée, et de l'autre par une partie arrondie conique qu'on nomme *bigorne* ou *bigorneau*; elle est percée près du bout d'un trou incliné destiné à recevoir les tranchets et tasseaux. La planche d'acier qui recouvre l'enclume doit avoir de $0^m,11$ à $0^m,015$ (4 à 6 lignes) d'épaisseur et être soudée sur le corps de manière à ce qu'elle soit partout appuyée sur le fer, même aux extrémités pointues, qui sans cette attention seraient promptement écornées.

Lorsqu'on achète une enclume, il faut s'assurer si elle n'est

pas gercée, si elle est ou trop tendre ou trop dure : trop tendre elle s'émousse, s'enfonce, et le fer se refoule et s'use sur les côtés ; lorsqu'elle est trop dure, elle se casse, s'écorne sur ses angles, ce que les ouvriers entendent par s'égrainer. Il arrive fort souvent qu'une enclume est trop dure sur ses angles et par ses extrémités et qu'elle est molle dans le milieu de la table. Il est donc utile, comme nous venons de le dire, de sonder une enclume partout pour s'assurer si elle est convenablement dure. Voici une manière de faire cette vérification :

D'abord, pour s'assurer que l'enclume n'est point gercée, on l'examine attentivement ; les gerçures se font sur les côtés angulaires plus particulièrement qu'ailleurs. Indépendamment de ce qu'elles peuvent résulter que l'acier employé n'était pas bon, soit dès le principe, ou de ce que la soudure n'a pas été régulièrement opérée ; elles peuvent encore, et cela a souvent lieu, survenir lors de l'opération de la trempe, parce qu'il est fort difficile qu'une aussi forte masse se refroidisse également partout lors de l'immersion. Mais, souvent, ces gerçures ne se rencontrent pas à la superficie et se trouvent situées dans les parties inférieures de la table, dans le brun, et sont alors fort difficiles à apercevoir. On se sert alors du marteau qui avertit l'oreille du défaut que l'œil n'a pu découvrir. On *sonne* l'enclume en frappant dessus à petits coups, en divers endroits ; elle doit rendre un son clair et retentissant.

On se sert ordinairement, pour reconnaître le degré de dureté de la trempe, d'un éclat de caillou que l'on passe vivement sur la table. Si l'enclume est dure, cette opération produira des étincelles fort vives et pétillantes ; mais cette épreuve n'est pas décisive, parce qu'il suffit que quelques endroits durs soient choqués par la pierre pour qu'il y ait production d'étincelles, et que, d'ailleurs, une enclume de fer trempée en paquet et recouverte seulement d'une couche d'acier d'un millimètre (1/2 ligne) d'épaisseur, produirait des étincelles

fort belles et fort vives. Il faut donc avoir recours à d'autres moyens.

Après avoir sonné l'enclume avec le marteau, on regardera attentivement les endroits frappés, et l'on s'efforcera de découvrir si le coup n'a laissé aucune empreinte. Cette précaution servira à prouver que la planche d'acier est épaisse ; ce dont on pourra encore s'assurer, en cherchant à découvrir l'endroit de la soudure, qu'un œil exercé reconnaît facilement à la différence de nuance qui existe entre l'acier et le fer. On prendra ensuite une lime neuve que l'on frottera légèrement sur les diverses parties de l'enclume l'une après l'autre ; on sentira bien si la lime mord un peu, si elle mord trop et raie profondément, ou enfin, si elle ne mord nullement et si elle blanchit plutôt que d'attaquer le métal. Si la lime ne mord nullement, il est à craindre que l'acier ne soit trempé trop sec et ne soit cassant : si elle mord trop, l'enclume est molle ; l'un et l'autre excès doit être évité, mais s'il n'est pas possible de rencontrer un juste milieu, et qu'il faille choisir entre les extrêmes, il vaut mieux prendre trop dur.

Plusieurs raisons me décident à donner ce conseil : une enclume molle se déforme promptement et n'est plus bonne à rien ; la dure, au contraire, peut, il est vrai, s'égrainer sur ses angles et se briser à l'extrémité des bigornes, mais ce qui en reste est encore bon et peut servir pendant un temps indéterminé : et puis on peut, avec des précautions, faire revenir la trempe au degré de dureté convenable, en suivant, pour cela, les indications que nous donnerons en parlant de la trempe ; tandis qu'il est fort difficile de tremper une enclume, lorsqu'on n'a pas les moyens que les fabricants ont à leur disposition pour cette opération peu aisée. Où trouver un feu assez fort à proximité d'une masse d'eau assez considérable ; un amateur surtout ne peut se flatter de parvenir à tremper une enclume, à moins qu'il ne se trouve, par des dispositions locales, dans une situation particulière.

On *tâte* encore les enclumes avec un burin de graveur bien affûté. On pose la pointe sur la planche : si elle est dure, le burin glisse sans laisser de traces ; si elle est modérément dure, la pointe laisse voir une trace ; si elle est molle, la pointe s'engage profondément. Pour faire cette épreuve, il faut un burin de première qualité.

Si l'enclume est posée sur un billot solide, on se contente de l'arrêter avec quelques clous plantés à l'entour du pied; son propre poids la fixera d'ailleurs assez. Le billot doit être bien d'aplomb, et si l'on habite un rez-de-chaussée, on fera bien de l'enfoncer en terre, en faisant autour un massif de maçonnerie ; ainsi qu'on l'aura fait pour l'étau à chaud, dont il a été parlé ci-dessus. Nous rappelons ici qu'il ne faut jamais, autant que possible, placer l'enclume au-dessus d'une voûte. Les personnes qui habitent les villes ou qui ne peuvent disposer d'un rez-de-chaussée, parviennent à rendre nul l'effort du marteau sur l'enclume, en plaçant sous le billot qui supporte l'enclume, plusieurs paillassons placés les uns sur les autres. On emploie avec succès pour cet usage, une natte de jonc qu'on roule en torche, ainsi que le représente la figure 143 ; on place cette torche dans le fond d'un baquet; elle doit offrir une épaisseur de 0^m 16 à 24 (6 à 8 pouces); on recouvre la partie du baquet qui dépasse la grosseur du billot avec une bande circulaire de tôle, qui garantit le paillasson des atteintes du feu qui pourrait être produit par les paillettes enflammées qui s'échappent du fer rouge. Quelques personnes mettent du crin au fond du baquet, d'autres du sable, mais le plus grand nombre emploient le jonc tressé, qui, plus élastique que le sable, et moins coûteux que le crin, n'en préserve pas moins l'appartement de tous ébranlements nuisibles ; pourvu, toutefois, qu'il ne s'agisse que de petites enclumes de 10 à 12 kilog. frappées par des marteaux de 2 à 3 kilog.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, la planche de l'enclume est percée d'un trou carré A, fig. 134, représentant la table de l'enclume vue en dessus ; ce trou est incliné et ressort sur la partie latérale de l'enclume à 5 ou 7 centimètres ou même 8 (2 pouces, 2 pouces 1/2 ou même 3 pouces), au-dessous de la table; il sert à un grand nombre d'usages, et je conseille à mes lecteurs d'avoir bien soin que ce trou existe dans l'enclume dont ils feront l'acquisition. Il sert à courber promptement de petits fers, à percer des trous à chaud, et à quelques autres usages. Mais ce n'est pas à cette intention qu'il est fait; on le destine particulièrement à placer les tranches et les tasseaux dont l'usage abrège considérablement la besogne dans une infinité de circonstances ; on y place aussi le bigorneau représenté fig. 148, qui sert à couder et enrouler divers fers.

La tranche représentée fig. 139, est un morceau d'acier, dont la tige entre à pression libre dans le trou de l'enclume, et dont la tête, assez large par le bas pour former une embase qui s'applique sur la table, se termine par le haut par un tranchant assez obtus pour résister aux violents efforts qu'il est obligé de faire pour diviser le fer. On fait ces tranches de plusieurs manières, les unes à deux biseaux, comme on l'a représenté dans la figure, les autres à un seul biseau. Dans tous les cas la trempe doit être dure.

On place aussi dans le trou de l'enclume des tasseaux de diverses formes, les uns arrondis, ainsi qu'il est représenté dans la figure 140, les autres carrés, fig. 138, les autres carré-long, etc. Les uns et les autres en acier trempé revenu bleu, afin d'être moins sujets à se casser. Les ronds serviront à forger des outils à cannelures, comme les gouges, les équarissoirs évidés et autres; les carrés serviront à couder des fers plats. On fait de ces tasseaux suivant les besoins qui se présentent.

Quelquefois, pour éviter la peine de construire ces tasseaux, on les fait entrer dans la forme première de l'enclume, les couteliers en usent particulièrement ainsi; c'est sur ces bourrelets qu'ils forgent les lames de rasoirs qui sont creuses et évidées. La figure 135 représente une enclume garnie de son tasseau. D'autres fois on fait faire le contraire, c'est-à-dire, qu'au lieu d'une saillie arrondie, on fait pratiquer en travers de la table une cannelure profonde, faisant le demi-cercle dont on se sert pour forger des parties arrondies, sauf à placer dedans un rondin d'acier, lorsqu'on veut au contraire forger des cannelures.

On voit aussi quelques enclumes, qui sont d'ailleurs unies sur la table, mais qui ont du côté de la bigorne arrondie un abaissement à angle droit, qui tient lieu, à certains égards, du tasseau carré, ainsi qu'on le voit en A, fig. 135. On donne enfin aux enclumes les formes les plus variées suivant les ouvrages auxquels on les destine.

Lorsque les enclumes sont moins fortes, on leur donne par le pied une autre forme; ce pied se termine en pointe avec une embase pour servir d'appui; les figures 136, 137 représentent cette manière de construire l'enclume. A est la pointe qui entre dans le billot; B, l'embase dont il vient d'être parlé. Cette sorte d'enclume se nomme plus spécialement *bigorne*, mot qui sans doute est venu par corruption de *bicorne*, et en effet les deux cornes, la ronde et la carrée, sont dans la bigorne plus allongées que dans l'enclume proprement dite. La bigorne, ainsi que l'enclume, aura un trou, soit pour contenir une tranche, soit pour percer à chaud et à froid. On a ordinairement deux ou trois *bigornes*; les plus petites se posent sur l'établi.

Nous avons dit plus haut qu'il était possible de faire revenir une enclume trempée trop sec et par conséquent sujette à casser. Voici comment on peut s'y prendre : on nettoie bien

la table de l'enclume, on l'éclaircit avec un grès, puis on pose l'enclume, si elle a la forme de celles représentées fig. 134, 135, sur ses pieds au milieu d'un feu préparé à cet effet sur la forge. On fait monter ce charbon jusqu'à ce qu'il recouvre le pied; on souffle alors avec violence et aussi longtemps qu'il le faut pour échauffer une masse aussi considérable. On modère alors le vent, mais on continue à souffler faiblement et on remet s'il le faut du charbon lorsque le premier est consommé. Ce pied s'échauffe et bientôt la chaleur monte et se communique au corps de l'enclume, puis enfin à la table. Dès qu'on s'aperçoit qu'elle se colore, on l'observe attentivement, et lorsqu'on s'aperçoit qu'elle jaunit sensiblement, on écarte le feu et l'on verse de l'eau en abondance sur la table afin d'arrêter le recuit à cette couleur, qui suffit souvent, parce que déjà, dans le principe, l'enclume lors de sa trempe, avait subi cette opération. Si l'enclume n'est pas trop lourde, on la fait tomber dans un baquet d'eau; mais lorsqu'elle est trop pesante, on se contente comme on vient de le dire, de cesser et d'ôter le feu et de verser continuellement de l'eau fraîche sur la table pour en arrêter la couleur.

Lorsqu'on veut faire revenir une bigorne, on chauffe la pointe *a*, fig. 136, et la chaleur se communique de cette pointe à la table. Dans tous les cas, il faut éviter de mettre l'acier en contact avec le feu, et faire en sorte que la chaleur lui parvienne par communication. Il serait plutôt fait, sans doute, de chauffer la table, comme on le voit faire à quelques ouvriers; mais on risquerait de gâter son enclume, soit en la détrempant tout-à-fait; soit en ne la faisant revenir que par places; soit enfin, en ne faisant revenir que la superficie, tandis que le milieu resterait sec et cassant.

Cette opération est toujours difficile et exige beaucoup de soin, c'est ce qui nous fait rappeler au lecteur, que nous lui avons conseillé de tâtonner longtemps avant de se décider dans le choix de son enclume.

On donne aux bigornes les formes les plus variées. Dans certains états, tels que ceux du chaudronnier, du ferblantier et autres, la bigorne s'allonge considérablement. — Les serruriers se servent aussi d'une enclume de forme carrée dont les horlogers, les ferblantiers, les chaudronniers, les planeurs et autres artisans font souvent usage, c'est l'enclume représentée par la figure 147, et qu'on nomme *tas;* le tas doit être très-dur et bombé sur le milieu de la table, il sert à dresser, à planer la tôle ; on frappe dessus avec des marteaux carrés à deux têtes nommés masses, approchant pour la forme de celle donnée par la figure 159. Un des quatre côtés de la table doit être arrondi sur l'angle, afin qu'on puisse de ce côté courber une planche de métal à pli arrondi si le besoin s'en présentait. Un tas d'amateur doit en général différencier de façon sur chacun de ses côtés, afin de pouvoir servir à plusieurs usages ; il doit être entretenu, poli et sans aucune marque ou mouche. Le petit tas représenté, fig. 138, se pose dans le trou de l'enclume.

§ 17. LES ÉTAMPES.

Les étampes sont pour les forgerons, ce que les rabots à moulures sont pour les menuisiers ; elles servent à faire les doucines, les talons renversés, le long des plates-bandes qui doivent en être ornées ; c'est avec l'étampe qu'on fait promptement des boutons qui paraissent tournés. Les embases des espagnolettes de croisée ; ces petits vases dont on orne les pelles à feu et une infinité d'autres ouvrages, qui ne pourraient se confectionner que très-difficilement sans leur secours. L'usage des étampes s'est considérablement accru depuis quelque temps ; elles ont servi à fabriquer des objets qu'on n'aurait jamais cru susceptibles de recevoir leur action. On a vu des paires de ciseaux sortir toutes faites d'entre des étampes artistement disposées, des lames de couteau, des poinçons aux-

quels il ne fallait qu'un coup de lime et la trempe, pour être perfectionnés. Nous devons entrer dans quelques détails sur ce qui les concerne ; les amateurs, principalement ceux qui ne voudront point se livrer à l'art de tourner le fer, seront souvent contraints d'y avoir recours; ceux qui posséderont cet art, y trouveront un moyen de préparer leur matière, de façon que le crochet n'ait plus qu'à régulariser.

On appelle étampe une masse de fer dans laquelle sont gravées en creux et quelquefois en relief, les figures qu'on veut exécuter en fer ; on les fixe sur l'enclume avec des bandes de fer qu'on nomme brides, ou bien on les pose simplement dessus en ayant soin de les maintenir avec le fer (*Voyez* fig. 141, 142).

Les forgerons font eux-mêmes leurs étampes; on forge un ou deux morceaux de fer plat, sur lesquels on soude une planche d'acier en ayant soin d'amonceler l'acier à l'endroit où le creux doit avoir lieu. On chauffe fortement ces deux parties; on place le modèle entre elles et on frappe sur l'étampe supérieure jusqu'à ce que le modèle soit entré dans la matière. Ce modèle ou noyau doit être en fer, trempé en paquet, ou bien en acier trempé et revenu couleur d'or.

Quelle que soit l'adresse du forgeron, il est bien rare que l'empreinte sorte nette, encore bien qu'il ait plusieurs fois remis son fer au feu et qu'il ait eu soin à chaque fois de refroidir son noyau en le plongeant dans l'eau; il faut que le burin ou les fraises achèvent à froid l'ouvrage que le feu a commencé. Nous reviendrons sur cet objet, en parlant de la manière de se servir de l'étampe.

Lorsqu'il s'agit de faire ces étampes qui doivent servir pour calibrer des fers longs, comme les plates-bandes des rampes, des balcons et des balustrades, ou les tringles qu'on arrondit, on soude, ainsi qu'il vient d'être dit, un morceau d'acier sur un morceau de fer, et on creuse grossièrement en gouttière

l'endroit des moulures; ensuite on forme avec la lime ou à l'aide du tour, sur un morceau d'acier, ou plus communément sur un morceau de fer, des moulures pareilles à celles qu'on veut faire paraître sur la plate-bande; puis faisant rougir l'étampe, qu'on a ébauchée, on imprime à grands coups de marteau dans l'étampe les moulures qu'on a formées en relief sur le barreau.

Qu'on ait agi d'une ou d'autre manière, lorsque l'empreinte est bien nette et que les creux sont bien exactement la représentation de la moitié des pleins; on dresse à la lime les surfaces planes de l'étampe et on trempe les deux parties.

On verra plus bas, lorsque nous parlerons de la trempe, comment se fait cette opération; mais nous devons dire dès à présent que, si les formes des moulures sont délicates et déliées, il faudra tremper moins dur, parce qu'alors on risquerait de voir les moulures s'égrainer. Il est bon cependant d'observer qu'en général pour ces outils et autres de même nature, destinés à opérer sur du fer rouge, on peut tenir l'acier plus dur que pour ceux destinés à couper à froid, attendu qu'ils se détrempent toujours un peu par l'usage.

Si l'étampe ne devait pas servir beaucoup, on se contenterait de la faire tout en fer, sauf à tremper en paquet les endroits de l'empreinte; nous expliquerons également comment se fait cette trempe. — Lorsqu'on ne veut pas assujettir l'étampe avec des brides et des coins en fer ainsi que nous l'avons représenté, fig. 142. On fait une entaille sous l'étampe ainsi qu'on peut le remarquer en A, fig. 141. Cette entaille doit correspondre dans sa longueur à la largeur de l'enclume sur laquelle l'étampe se trouve alors suffisamment assujettie; lorsque le fer rouge est placé sur la moulure entaillée, on l'y fait pénétrer à grands coups de marteau, ainsi que nous l'avons dit plus haut, si toutefois la moulure ne doit être imprimée que d'un côté et que le revers doit être plat. Mais s'il ar-

rivait que ce revers dût être orné de la même moulure ou d'une autre à peu près semblable, on ferait alors usage de l'autre membre de l'étampe que nous avons représenté fig. 146. On le pose sur le fer et, tandis qu'un ouvrier le tient dans la position qu'il doit occuper à l'aide du long manche dont il est garni, l'autre frappe à grands coups sur la partie supérieure et force le fer échauffé à pénétrer dans l'une et l'autre moulure.

§ 18. LES MARTEAUX.

Les marteaux jouent un grand rôle dans la boutique du forgeron. On doit en avoir de plusieurs sortes : de très-gros qu'on manœuvre à deux mains et qu'on nomme à *devant* ou à *traverse;* des marteaux à main à *panne* de travers, ou à *panne* droite ; des marteaux d'établi et qui servent à bigorner; des marteaux à tête plate pour dresser et planer le fer; des marteaux à tête ronde et demi-ronde pour relever et emboutir les pièces rondes.

Les marteaux à forger se font en fer et en acier. L'acier se place à la tête et à la panne; l'œil dans lequel se place le manche peut être percé à chaud ou à froid, mais il convient beaucoup mieux de les percer de cette dernière façon. Nous dirons plus bas comment l'acier se soude avec le fer et le fer avec le fer ; nous devons dire simplement dès à présent que l'on reconnaît ordinairement que la soudure de l'acier est bien faite, si la matière forme une concavité ou enfoncement dans le milieu : si elle boursouffle au contraire, c'est que la soudure n'est pas bien opérée. Après que l'acier est soudé, on remet encore le marteau au feu pour lui donner une nouvelle façon, faire disparaître l'enfoncement et refouler l'acier sur les bords. On peut aussi alors souder l'acier de la panne comme cela se pratique ordinairement. Pour cet effet, on ouvre un peu le fer avec un tranchet et on y soude l'acier en fai-

sant remonter le fer de chaque côté. Si l'on veut percer l'œil à chaud, on se sert d'un poinçon qu'on fait entrer à coups de marteau et on régularise le trou à l'aide d'un mandrin. Je conseille de percer l'œil à froid, surtout lorsqu'il s'agit de faire des marteaux petits ou même de moyenne force.

La figure 150 représente la forme la plus avantageuse que l'on puisse donner aux marteaux. Les lignes ponctuées *a b* indiquent la place occupée par l'acier ; la verticale *a* fait voir que la panne *c* doit être rabattue par devant de manière à ce que son sommet touche juste au milieu de la tête *d*; par ce moyen le marteau est beaucoup plus sûr, a plus d'aplomb et de coup, lorsqu'on se sert de la panne pour enfoncer le fer. Les figures 151 et 152 représentent le marteau : celle 152, vu par derrière ; celle 151, vu par devant. Comme on le voit dans cette figure, nous avons représenté l'œil du marteau de forme ovalisée ; c'est celle que nous avons éprouvée être la plus solide, la plus commode et la plus facile à faire. Les manches de marteau se font en frêne bien de fil ou bien avec du houx.

La trempe des marteaux doit fixer l'attention, puisque c'est de la manière dont ils sont trempés que dépend leur bonté. On remarque qu'il arrive souvent qu'un marteau est très-dur sur ses angles, tandis qu'il est mou dans le milieu; cela vient de ce qu'en plongeant le fer dans l'eau les angles se refroidissent d'abord et promptement, que la chaleur se concentre dans l'intérieur de la masse et de ce que le milieu du marteau ne rencontre qu'une eau déjà échauffée par le contact des parties anguleuses du marteau. Si pour obvier à cet inconvénient on présente la tête à plat sur l'eau, la grande chaleur la fait bouillonner et fuir, et dans ce cas encore, le centre se refroidit plus lentement et est par conséquent plus mou que les côtés. On conçoit quel mauvais effet doit produire cette disposition. Le marteau s'enfonce et se déforme dans le mi-

lieu, tandis que ses angles se brisent. Un marteau bien fait doit être très-droit sur sa table, sauf à être un peu arrondi sur les angles. Pour conserver longtemps cette forme, plusieurs ouvriers ont la coutume de tremper leurs marteaux au moyen d'un cément dont chacun, à peu près, possède une recette particulière ; c'est ce qu'ils appelent *tremper en paquet*.

Nous dirons plus bas comment se font les trempes en paquet ; il nous suffit de dire pour ce qui a rapport aux marteaux, que les petits se mettent tout entiers dans le paquet, tandis qu'on se contente de frotter les gros sur les matières dont se compose le cément. On peut encore tremper un gros marteau en faisant entrer simplement la partie revêtue d'acier dans le cément et faisant rougir le tout dans cet état. J'ai éprouvé qu'il n'est pas absolument nécessaire que la boîte qui contient le cément soit recouverte et fermée ; ce qui facilite l'introduction du marteau. Nous reviendrons d'ailleurs plus en détail sur cette opération lorsqu'il s'agira de la trempe.

Nous insisterons d'autant plus sur ce point, que nous ne conseillons nullement la trempe en paquet pour les marteaux, et que nous pensons qu'on ne doit la pratiquer que lorsqu'on a employé du vieil acier ou de l'acier d'une qualité inférieure. Mais lorsqu'on a fait entrer de bon acier neuf dans la composition des marteaux, il convient mieux de les tremper à l'eau pure.

Voici comment cette trempe se fait sûrement :

Si l'on doit tremper de gros marteaux, il faudra préparer divers accessoires, mais si les marteaux sont moyens et petits, il suffira d'avoir une fontaine ordinaire ayant une forte cannelle, telle que celle dont on se sert dans les grandes cuisines. On met le marteau au feu ; on le chauffe avec l'attention qu'il ne dépasse pas le degré de chaleur convenable à la qualité de l'acier qu'on a employé (certains aciers devant être

chauffés les uns plus que les autres. *Voyez* plus bas au chapitre de la *Trempe*); pour cet effet, on arrange son fer dans le feu de manière à pouvoir toujours suivre de l'œil les diverses nuances par lesquelles il passe, la pince étant prête à le saisir. Pour les aciers de bonne qualité, lorsque le marteau est rouge couleur cerise, c'est-à-dire lorsqu'il se fait encore distinguer dans le feu par une couleur plus foncée que le reste du feu, on le retire et, lâchant le robinet de la fontaine de toute sa portée, on fait tomber l'eau sur la table du marteau qui dans le même instant est totalement refroidie.

Lorsqu'on pense que le robinet d'une fontaine ordinaire ne produirait pas assez d'eau pour tremper, et cela ne pourra avoir lieu que lorsque les marteaux seront tellement gros, qu'ils ne pourront être refroidis de suite par le jet, on se procurera une grande cuve ou un gros tonneau qu'on remplira d'eau (certaines eaux de puits valent mieux pour tremper que l'eau de rivière), on exhaussera la cuve, le tonneau ou tout autre vase qu'on aura choisi, sur un tréteau élevé, et on y fera un trou par le bas assez gros pour fournir de l'eau en abondance. On tiendra ce trou bouché avec un gros tampon de bois, qu'on pourra retirer lorsqu'il s'agira de faire tomber l'eau. Si les deux côtés du marteau doivent être trempés, après avoir refroidi la tête du marteau, on tourne de suite la panne en dessus, de manière à ce qu'elle reçoive l'action de l'eau ; ces mouvements doivent être prompts. On peut donner aux marteaux un recuit lorsqu'on soupçonne qu'ils sont trempés trop durs.

L'avantage de cette méthode de tremper les marteaux sera facilement appréciée; l'eau se renouvelant sans cesse et étant poussée violemment, la chaleur du feu ne peut la faire bouillonner, comme cela a lieu lors de l'immersion dans l'eau tranquille. J'ai des marteaux confectionnés avec de l'acier de mauvaise qualité, qui, trempés de cette manière,

n'ont jamais rebroussé ni égrainé, qui ont conservé leur poli après avoir servi pendant longtemps et servent encore à toutes sortes d'usages, ayant frappé fortement sur des pointeaux d'acier et sur des ciseaux à froid en acier fondu.

Hormis ceux qui présentent de grandes surfaces et ont peu d'épaisseur, on peut tremper de la sorte toutes sortes d'outils, tels que : tarauds, coussinets de filière double, étampes, pointeaux, mâchoires d'étau, etc., etc. Les pointeaux, tarauds, ciseaux à froid, poinçons et autres outils longs, se présentent sous le robinet, la pointe ou le taillant en haut, et de manière à ce que toute l'action de l'eau porte sur le bout qui doit être le plus dur.

Nous terminerons cet important article par un emprunt fait à l'un des ouvrages de M. Paulin Desormeaux, l'auteur y entre dans des détails qui ne se trouvent pas dans ce qui précède.

« . . . . . Nous n'entrerons dans aucun détail relatif à la forme à donner aux marteaux ; chaque profession exige des formes particulières, et si l'on voulait représenter seulement celles des marteaux de deux ou trois professions, telles que orfèvrerie, ferblanterie, chaudronnerie, on se perdrait dans un dédale immense. Mais nous devons donner quelques règles concernant la fabrication, qui sont applicables à toutes les formes.

» Un marteau, dans son mouvement, décrit une portion de circonférence dont le manche est le rayon, et le marteau frappera d'autant plus fort, ce qui s'exprime par cette phrase : *aura plus de coup*, et frappera d'autant plus juste qu'il sera contourné suivant la courbe de la circonférence dont son manche est le rayon. Deux figures dessinées d'après les marteaux dont la longueur du manche est différente, feront de suite comprendre notre règle. La figure 161 représente un marteau à long manche propre à frapper devant ; sa portion de cercle *a*, dont la ponctuée *b* est le rayon, indique la marche

de ce marteau, qui frappera également bien, qu'on se serve de la tête *c* ou de la panne *d*. Ce marteau est droit parce qu'il est peu haut relativement au manche, et que la courbe *a*, étant peu cintrée, le milieu de la tête et celui de la panne se trouvent toujours sur cette ligne; ce qui cesserait d'avoir lieu si le manche était court.

» Dans le marteau représenté fig. 162, la ligne courbe *a* ne pourrait passer par le milieu de la tête *c* et de la panne *d*, si le corps du marteau n'était courbé en conséquence. Le marteau est toujours fait avant le manche; c'est celui qui l'emmanche qui doit calculer d'après la courbe qu'il décrit, quelle doit être la longueur du rayon *b*, ce qui se trouve aisément au moyen d'un second rayon *e*, tiré sous le plan de la tête. Le point où le rayon *e* rencontre le rayon *b*, est celui qui détermine la longueur du manche. Ce rayon *e* sert encore à déterminer quelle doit être la pente de la surface de la tête, pour que le coup tombe toujours d'aplomb, c'est ce qu'on nomme en termes d'ouvrier *coupe tirée au centre*. Le coup-d'œil et l'habitude font qu'on ne prend pas toutes ces précautions en emmanchant un marteau; mais comme tout le monde n'a pas le coup-d'œil et l'habitude, nous avons dû donner la règle qui en tient lieu. Pourvu qu'on ne s'écarte pas trop de cette règle, on parviendra toujours à bien emmancher un marteau; car, dans cette opération, une grande exactitude n'est pas de rigueur : on en conçoit la raison, le marteau ne pivote pas sur le bout du manche. S'il est tenu fermement, le bras entier ou du moins l'avant-bras, devient manche et le rayon de la circonférence est bien étendu; mais on doit toujours agir dans la supposition que le manche jouera dans la main qui le tient. On voit beaucoup de marteaux dont les manches sont tournés; un manche ainsi fait est plus propre et plus tôt fait, mais il s'en faut qu'il vaille un manche méplat et pour la commodité et pour la sûreté du coup.

» Nous devons dire aussi un mot sur la manière dont un gros marteau doit être aciéré pour qu'il fasse un bon usage. La figure 163 nous servira à faire comprendre cette opération; elle représente la coupe d'un marteau, prise au milieu de sa largeur; les parties ombrées à hachures verticales, indiquent la mise d'acier; les hachures inclinées sont la partie en fer: le corps de marteau; les hachures horizontales indiquent l'œil, c'est-à-dire le trou dans lequel le manche est passé. Pour que le marteau porte bien coup, il faut que le milieu de la panne tombe bien au milieu de la tête, suivant la ligne *a*. Cette règle est encore méconnue de la plupart des ouvriers qui rejettent toujours la panne en arrière; c'est un malheur. Quant à la mise d'acier, si elle est trop faible, le marteau, fût-il d'ailleurs bien construit, ne fera pas bon usage; le fer se refoulera au-dessus de la mise d'acier, et le marteau sera promptement mis hors de service. Si on se contente d'appliquer l'acier à plat sur la tête, voici ce qui arrivera : en soudant et en parant l'ouvrage, l'acier affluera sur les *carres*, *rives* ou côtés, et dans le milieu, il ne se trouvera plus qu'une épaisseur très-restreinte. Pour éviter cet inconvénient, un bon forgeron fait un creux au milieu de la tête de son marteau, et même, ce qui est pourtant moins nécessaire, il fend la panne en travers; il amorce son acier de manière à ce qu'il se trouve au milieu un renflement qui puisse remplir le creux fait au milieu de la tête; pour la panne, il l'amincit par un bout afin qu'il soit possible de l'insérer dans l'enfourchement; après cette préparation, il fait sa soudure. Un marteau ainsi aciéré sera solide, et si l'acier est de bonne qualité et convenablement trempé, le marteau sera presque indestructible.

» Nous venons de faire entrer une bonne trempe au nombre des conditions qui doivent se trouver réunies pour qu'un marteau soit aussi bon que possible » . . . . . L'auteur en-

tre ici dans des explications qui se rapportent à ce qui vient d'être dit. Il parle de l'habitude que certains forgerons ont, lorsqu'ils retirent le marteau du feu pour le tremper, de frotter rapidement la panne et la tête sur un mélange de suif, de corne râpée et d'ail, et sur celle d'autres qui recouvrent la pièce à tremper d'argile délayée. Il termine par conseiller la trempe au robinet qui a été indiquée plus haut, et finit son article en disant : « *La trempe au robinet ne manque jamais son effet.* »

§ 19. CHASSES, MANDRINS, TRANCHES, CLOUTIÈRES, ETC.

Les marteaux les mieux adaptés ne remplissent pas toujours le but qu'on se propose d'atteindre ; si l'on veut détacher vivement un tenon ou un épaulement, il sera impossible que le marteau vienne toujours frapper dans l'angle pour le former et le dresser ; il deviendra plus impraticable encore d'y atteindre si l'angle est rentrant ; on a recours dans ce cas aux chasses, qui, par leur immobilité et la forme particulière qu'on leur donne, remplissent exactement les conditions exigées pour bien faire.

Ces chasses sont des espèces de marteaux, sur lesquelles on frappe fortement lorsqu'elles sont placées sur la matière échauffée, à l'endroit où elles doivent produire leur effet. L'ouvrier veut-il par exemple exécuter l'épaulement A de l'enclume représentée fig. 135, il prend une chasse affectant à peu près la forme de celle représentée fig. 159 de la même planche, il la pose sur l'endroit où il veut produire un enfoncement, et un ouvrier frappe dessus avec un marteau pesant.

Les chasses doivent être garnies d'acier aux endroits où elles doivent toucher la matière ; elles doivent être fortement trempées. On a remarqué qu'une chasse légère, produit, sous

le même coup de marteau, plus d'effet qu'une chasse plus volumineuse, et par conséquent plus lourde. On devra donc, dans la façon de ces chasses, ne donner absolument que la force nécessaire à leur solidité, en ayant soin de les évider et allégir dans tous les endroits où cela pourra avoir lieu sans inconvénient.

Si l'ouvrier veut produire un angle rentrant, il se servira d'une chasse faite à peu près sur le modèle représenté par la fig. 156, s'il veut produire un enfoncement arrondi, il aura recours à la chasse fig. 153, se servant de l'un ou de l'autre de ses bouts, selon qu'il voudra que cet enfoncement soit rond ou carré, et ainsi de suite. Nous ne pourrions, sans multiplier outre mesure les dessins, figurer ici toutes les formes qu'on peut donner aux chasses. Les trois que nous indiquons peuvent servir à un grand nombre d'usages; on en fera d'ailleurs autant que les cas particuliers pourraient l'exiger.

Les *tranches* ainsi que les chasses servent à façonner le fer rouge sur l'enclume, mais leur principale fonction est de le découper, de l'allégir. Il arrive souvent qu'à l'endroit d'une soudure, le fer qu'on a amorcé et refoulé se trouvant trop gros, il est nécessaire d'en enlever le surplus; cet office est celui des tranches, comme de fendre des fers où l'on doit introduire de l'acier ou bien encore de diviser un bloc de fer en plusieurs branches, ou de le couper tout-à-fait. Le besoin des tranches se fait souvent sentir; aussi leur forme est-elle fort variée: tantôt elle approche de celle de ces masses que nous nommons *merlins*, avec lesquelles on fend le bois, tantôt plates et larges de taillant, elles ressemblent à une coignée; mais ces formes sont difficiles à donner et les taillandiers seuls s'en acquittent convenablement. Le forgeron donne à ses tranches une forme plus simple.

La figure 145 représente la tranche la moins ouvragée que l'on puisse faire: c'est tout simplement un barreau d'acier

qu'on amincit par l'un de ses bouts de manière à en faire une espèce de ciseau qu'on trempe et qu'on affûte ; lorsqu'on ne veut pas perdre autant d'acier, on se contente de souder un morceau au bout d'un rondin de fer, on l'aplatit, on le trempe, on l'affûte. Cette sorte de tranche suffit pour les petits ouvrages. On tient la tranche de la main gauche et l'on frappe dessus en tenant le marteau de la droite ; mais elle devient inutile pour les gros ouvrages, la forte chaleur produite par un gros morceau de fer en ignition ne permet pas d'approcher assez la main ; on a alors recours à un manche de bois ou de fer dont les figures 155 et 160 pourront fournir l'idée.

Cette tranche n'a pas besoin d'être aussi longue que la première, elle doit être plus forte et peut être élargie du côté du taillant, elle sert quelquefois concurremment avec le tranchet, fig. 139, dont il a été parlé ci-dessus. La trempe des tranches ne doit point être trop dure. La couleur du recuit peut être variée suivant les aciers employés : couleur d'or si l'acier est d'une qualité ordinaire, couleur bleue si on emploie de l'acier fondu ou tout autre acier de première qualité.

Les poinçons et *mandrins* sont des outils qui servent à percer le fer à chaud et à donner intérieurement au trou les formes et dimensions prescrites. La figure 154 est un poinçon dont on se sert indifféremment à l'aide d'un manche si la pièce à percer est forte, et avec la main si elle est de peu de volume. Lorsque avec ce poinçon ou tout autre on a percé un trou quelconque dans le fer rouge, on donne à ce trou la forme ronde, carrée, elliptique, rhomboïde, etc., à l'aide de mandrins en acier ayant telle de ces formes qu'on a choisie. La figure 144 représente un mandrin carré et peut servir de modèle pour ceux à faire selon telle forme voulue.

La *cloutière* ou *clouière* représentée figure 157, est un disque de fer d'une certaine épaisseur, plus ou moins grand,

suivant la longueur des clous qu'on veut fabriquer. On donne à ces outils toutes sortes de formes et de dimensions. Les uns, faits comme des étampes, peuvent recevoir des tiges de toutes grosseurs, au moyen de ce que, par un ressort qui retient les mors, ils peuvent s'ouvrir et se fermer à volonté dans l'étau à chaud. D'autres, enfin, sont tout simplement des trous de divers calibres percés sur le bout d'un morceau de fer, dans lesquels on fait entrer la tige des clous dont on veut faire la tête. La cloutière dont nous donnons la figure est la plus simple ; on en fait dont l'œil, c'est-à-dire le trou du centre, est carré, et on fait de ces trous de toutes les dimensions.

Celui qui sait tourner le fer peut faire sa cloutière sur le tour en l'air. Il creusera à l'entour du trou central une petite portée qui servira à former les têtes de vis ou les têtes de clous. On revêt quelquefois d'acier la partie supérieure de la cloutière. On se contente quelquefois de la tremper en paquet.

La figure 158 représente un dégorgeoir à gaînes; il sert lorsqu'il s'agit de produire un étranglement quelconque sur une barre de fer. La partie A, qui fait ressort, permet d'ouvrir les mors à volonté ; on introduit le fer rouge dans celui des trous qui se rapporte davantage à son calibre, et, après avoir posé le tout sur l'enclume, on frappe sur la branche supérieure du dégorgeoir à coups de marteau, en ayant soin de tourner à mesure le fer rouge, jusqu'à ce que l'étranglement soit opéré. Les mors de cet outil doivent également être garnis d'acier trempé. On fait des dégorgeoirs simples, c'est-à-dire à mors droits; ils servent à faire des étranglements carrés. On en fait dont les mors ont une épaisseur assez considérable pour ébaucher des collets d'arbre, de manière à ce que la lime n'ait plus que peu de chose à faire Cet outil est une espèce d'étampe qu'on peut varier à l'infini.

Tous ces outils, agissant sur le fer chaud, sont sujets à se

détremper souvent, surtout les tranches; c'est ce qui fait qu'on doit les plonger dans l'eau de temps à autre, afin qu'ils ne se déforment pas.

Il existe encore beaucoup d'autres ustensiles destinés à faciliter l'action de forger; mais nous ne saurions les faire entrer dans notre ouvrage sans nous exposer au reproche de l'avoir grossi de superfluités. Le forgeron saura bien les faire lorsque le besoin s'en fera sentir; et puis la communication avec les ouvriers lui fournira des idées et des modèles. Un livre ne peut pas tout dire; il faut voir et pratiquer longtemps pour tout connaître. Avec les outils dont nous venons de faire mention, il sera possible d'exécuter toutes sortes d'ouvrages ordinaires.

§ 19. EMPLOI DE L'AIR CHAUD DANS LES FORGES DE SERRURERIE, DE MARÉCHALERIE, DE TAILLANDERIE ET AUTRES.

Après avoir passé en revue tous les moyens tentés pour parvenir à lancer dans le feu de la forge un air propre à augmenter son activité, tout en ménageant le combustible, et à donner des produits plus abondants et plus parfaits, nous avons pris l'engagement de parler de l'air chaud employé comme meilleur moyen d'arriver à ces résultats (*Voir* la note de la page 62). Il est temps maintenant de remplir notre promesse. Mais, avant, il est bon de dire quelques mots de l'histoire de cette importante découverte, qui remonte à 1830.

On s'épuisait, comme nous l'avons fait voir, à trouver les moyens d'alimenter le feu des forges avec un air sec et *froid*, quand tout-à-coup un article de la *Revue Britannique* vint changer tout-à-fait la face des choses. Voici la teneur de cet article :

Amélioration importante dans la fonte du fer.

« Au lieu de faire arriver dans les fourneaux destinés à la » fonte du fer de l'air froid, on s'est servi depuis quelque » temps d'air échauffé dans les usines de la Clyde et avec le » plus grand succès. Des expériences ont prouvé qu'une » quantité de fer donnée est fondue par l'air échauffé avec » les trois quarts seulement du charbon qu'exigeait l'emploi » de l'air froid, c'est-à-dire de l'air qui n'a pas été échauffé » par un moyen artificiel. En même temps le produit du fer » est considérablement augmenté, et en ce moment, tous les » hauts-fourneaux de la Clyde ne sont alimentés que d'air » échauffé. Dans ces établissements, avant de faire arriver » l'air dans les soufflets qui le poussent aux fourneaux, on l'é- » lève à la température de 220 degrés Fahrenheit, au moyen » de grands vases en fonte placés sur des fourneaux et sem- » blables à la chaudière de la machine à vapeur. Il est pro- » bable qu'une température supérieure à celle de 220 degrés » donnerait des résultats plus avantageux; mais c'est ce que » l'expérience n'a pas encore prouvé. On a calculé que cette » amélioration doit produire dans les dépenses faites pour la » fonte du fer, en Angleterre, une économie d'au moins » 200,000 liv. sterl. (5,000,000 de francs.) »

Après avoir fait connaître cet article aux lecteurs français nous ajoutions............ « D'autres documents qui nous ont » été personnellement adressés, tendent à confirmer ce fait » important et nouveau; et déjà l'on s'occupe de la construc- » tion d'appareils plus propres à échauffer l'air que les grands » vases dont il vient d'être question. » Nous soumettons à cette occasion à nos lecteurs les réflexions suivantes qui nous ont été suggérées par l'article qu'on vient de lire.

Peut-être a-t-on eu tort, dans les établissements de la

Clyde, d'échauffer l'air avant son introduction dans les soufflets. Peut-être, il conviendrait mieux de le chauffer pendant son passage des soufflets au feu; parce que, l'effet de ces soufflets se trouve restreint par ce procédé, en ce que, puisant dans un air échauffé, et, par conséquent, dilaté, ils en prennent beaucoup moins à chaque aspiration; que l'effet de leur pression doit être moindre et que, par suite, l'air doit être chassé dans le feu avec moins d'impétuosité. Il pourrait être plus avantageux de chauffer l'air dans les réservoirs qui sont alimentés par les soufflets. On augmenterait alors, au lieu de la diminuer, la pression de l'air. Cet air comprimé, dilaté ensuite par la chaleur, sortirait avec violence par les tuyères poussé par la force des machines et par celle de la dilatation. Mais, d'une autre part, cette amélioration résultant de l'emploi de l'air échauffé, peut avoir aussi pour cause le dessèchement que l'air éprouve en passant dans les vases de fonte échauffés, avant d'être aspiré par les soufflets; des expériences ont prouvé que l'air humide est beaucoup plus dilaté que l'air sec, et alors, les soufflets aspirant dans un air plus dense, devront produire plus d'effet. Cette objection nous paraîtrait assez fondée, cependant le dessèchement aurait lieu dans l'un comme dans l'autre cas; et, bien certainement, l'air arriverait plus chaud dans le foyer lorsqu'il viendrait directement de l'appareil échauffé, que lorsqu'il aurait passé de cet appareil dans le soufflet et du soufflet dans le foyer. Ces idées, que la première nouvelle de cette découverte fait naître, pourront changer de direction, lorsque les expériences qui seront indubitablement faites sous peu de temps auront jeté du jour sur cette matière.

Ces prévisions n'ont pas tardé à recevoir leur confirmation. On a fait des expériences et toutes ont suivi cette direction: puiser dans l'air libre et chauffer l'air lors de son passage des soufflets au foyer, ainsi qu'on va le voir par ce que nous allons rapporter de ces expériences.

L'emploi de l'air chaud appliqué aux forges de maréchal, de taillandier et de serrurier, procure une triple économie de combustible, de métal et de main-d'œuvre. Ce procédé est maintenant très-répandu en Allemagne. En France, on n'en a encore fait que des applications peu nombreuses. Nous croyons donc utile de nous étendre un peu ici sur les divers appareils et les applications d'un procédé qui devrait être plus généralement pratiqué, puisqu'il procure des avantages incontestables.

Il existe plusieurs appareils, à l'aide desquels on peut appliquer l'air chaud à de petits foyers de forges; nous allons en faire connaître quelques-uns.

Celui de M. Hoffmann, de Breslau, fig. 164, 165, 166, se fixe dans la maçonnerie de la forge. La figure 164 représente la coupe verticale passant par l'axe de la tuyère *d;* la figure 165 montre la plaque antérieure de la caisse à air chaud, celle où vient s'adosser le foyer; de petites flèches y indiquent la direction des courants d'air et les cloisons qui les déterminent. Enfin la figure 166 représente la coupe horizontale de l'appareil, passant également par l'axe de la tuyère.

Le vent amené du soufflet par un tuyau *a a*, fig. 164, 165, circule, comme l'indiquent les flèches, derrière la plaque de fonte qui est en contact immédiat avec le combustible, et sort par la tuyère *d d*.

La plaque postérieure avec les cloisons du vent, et le tube postérieur *r r*, fig. 164, 166, uniquement destiné au nettoyage de l'appareil, est d'une seule pièce et en fonte comme le reste de l'appareil; elle s'assemble avec la plaque antérieure à l'aide de brides et d'écrous *c c*.

La plaque antérieure étant exposée à toute la chaleur directe du foyer, courrait souvent le risque de se fendre par suite d'une dilatation inégale; mais on a eu soin de fondre

séparément la partie centrale, et de lui donner beaucoup plus d'épaisseur. C'est elle qui forme la tuyère et reçoit le busillon *d*, ce qui permet de la remplacer facilement quand elle vient à être brûlée par l'action prolongée du feu; elle s'assemble également à écrous.

Le tube postérieur *b b* est fermé hermétiquement par une espèce de tampon serré fortement au moyen d'une vis *e* qui traverse une bride en fer, fixée extérieurement comme l'indique la figure 164.

Un nouvel appareil, celui qui a été construit par Cotti, serrurier à Hanovre, d'après les indications du professeur Kermasch, est encore employé en Allemagne; il consiste simplement en trois ou quatre tuyaux parallèles réunis par des coudes qu'on dispose au-dessus du foyer, de manière à ce qu'ils en reçoivent l'action de la chaleur perdue; il peut s'exécuter en tôle forte ou en fonte, à volonté; le vent froid arrive par un tuyau courbé, traverse successivement ces tuyaux parallèles, et est alors amené chaud à la tuyère par un second tuyau recourbé qui termine cet appareil simple.

Un troisième appareil dont se servent maintenant quelques serruriers de Paris, et imaginé par M. Philip Taylor, présente des différences notables avec celui de M. Hoffman. Le foyer se trouve placé au-dessus de la boîte où vient circuler l'air qui s'échauffe ainsi par suite de l'action de la chaleur directe du foyer, inférieurement et latéralement. La figure 167 représente l'élévation latérale de l'ensemble de l'appareil; la figure 168, l'élévation antérieure, la caisse à air y est figurée en coupe, suivant la ligne 5,6 de la figure 172; les figures 169 et 170 représentent les boîtes du fond en projection horizontale et en coupe verticale, suivant la ligne 1,2 de la projection; les figures 171 et 172 représentent également en projection et en coupe, suivant la ligne 3,4, la ligne supérieure de la boîte à air chaud, à laquelle sont fixées les cloisons *a a*, qui

figurent une espèce de labyrinthe que l'air est forcé de parcourir, suivant que l'indiquent les flèches, avant de se rendre dans le compartiment où est placée la tuyère; la figure 173 indique la projection et la coupe de la tuyère, qui se termine par une virole qu'on place en V, de manière à pouvoir varier son diamètre à volonté. Enfin, les figures 174 et 175 indiquent la projection et la coupe de la plaque *b b*, fig. 167, 168, qui fait le fond du foyer de la forge; les lettres sont destinées à faire connaître les parties correspondantes dans les plans et les coupes.

Toutes les jointures de ces appareils, à la description desquels nous nous bornerons ici, doivent être lutées avec soin et avec un mastic qui puisse facilement résister à l'action de la chaleur, composé de soufre, de sel ammoniaque et de limaille de fer; mais celui qui a été reconnu le meilleur, et que fait employer M. Virlet, pour tous les appareils à air chaud, se compose d'un mélange de six parties de limaille de fer ou de fonte, de préférence de cette dernière, avec une de blanc de céruse (carbonate de plomb) en poudre, et quelquefois une partie d'argile, le tout délayé, jusqu'à consistance de pâte, avec du vinaigre, pour faciliter l'oxydation du fer ou de la fonte. Ce mastic, lorsqu'il est bien employé, acquiert la dureté de la pierre, et résiste parfaitement au feu le plus intense. Le dessus et le dessous de l'appareil Taylor, quand ils sont bien emboîtés l'un dans l'autre, n'ont besoin que d'être lutés avec du mastic.

L'air se trouve tellement échauffé, principalement avec les appareils Hoffmann et Taylor, qu'il bleuit le fer même immédiatement, et qu'une barre de $0^m,081$ à $0^m,108$ (3 ou 4 pouces) carrés peut être amenée du rouge obscur au blanc soudant, en moins de 15 minutes.

Des expériences comparatives à l'air froid et à l'air chaud ont été faites en Allemagne, avec l'appareil Kermasch, avec

une forge ordinaire à l'air froid, pour forger 98 livres de fer anglais de 1/2 pouce carré, en pointe, à scellement ou à pointe, il a fallu 133 livres 1/2 de charbon de terre, et l'on a eu 12 livres pour cent de perte sur le poids du métal ; avec l'air chaud, au contraire, pour la même quantité de fer employé, on n'a eu que 10 pour cent de perte, et l'on n'a consommé que 84 livres de charbon. On avait donc une économie de 37 pour cent sur le combustible, un sixième de moins dans le déchet, et, en outre, le fer travaillé était lui-même plus doux, mieux forgé et sans paille.

A Paris, des expériences comparatives semblables ont été faites par MM. Lecocq et Virlet, avec l'appareil Taylor et une forge ordinaire, chez MM. Jacmard, frères, maîtres serruriers, rues d'Assas, nº 26, et Albouy, nº 15, et ont montré qu'on obtenait, par l'emploi de l'air chaud, un quart d'économie sur le temps avec plus d'un tiers de moins sur le déchet; quant à la consommation des charbons, la différence a été peu sensible.

Enfin, d'autres expériences faites dans le Wurtemberg, avec un appareil composé de tubes de fer-blanc disposés transversalement au-dessus du foyer, et ne chauffant l'air qu'à 120 degrés du thermomètre de Réaumur, ont donné : 1° un tiers d'économie sur le charbon de bois; 2° une économie de métal par la diminution du déchet, puisque, de 140 livres de fer en barre, on a obtenu 101 livres de fer converti en petits objets; 3° une amélioration des produits, car le fer chauffé plus rapidement est resté plus blanc et plus doux.

Pour mesurer les températures, ce qu'il est souvent bon de constater, on se sert de thermomètres à air chaud, qui peuvent indiquer jusqu'à 340 degrés centigrades; mais il est difficile de se garantir de l'influence du rayonnement des parois souvent fort échauffées dans ces sortes d'appareils, en sorte qu'on aurait des indications beaucoup plus élevées que la

température réelle de l'air ; pour obvier à cet inconvénient on a différents alliages de plomb, de bismuth et d'étain, dont le terme de fusion est bien connu, et, comme on n'a besoin de connaître la température qu'approximativement, l'usage de ces alliages peut très-bien suppléer à l'emploi du thermomètre. Un trou ou un petit tube fixé à l'extrémité du conduit de l'air chaud sert à introduire une petite capsule en terre, contenant une certaine quantité de l'un des alliages dont il est question, et qui servent à évaluer assez exactement, par leur fusion, la température de l'air qui arrive sur le foyer. Voici les différents degrés de fusibilité des alliages dont on peut se servir :

Bismuth.	Plomb.	Étain.	Deg. de fusion.
Alliages de 8 parties.	6 parties.	3 parties.	78° R.
2	2	1	90
2	2	2	99
2	3	2	106
2	4	5	121
1	4	5	130
2	»	5	140
1	»	5	151

En diminuant ensuite la proportion d'étain, de sorte qu'elle ne soit plus que 4/5, 2/3, 1/2, 1/3, 1/6, 1/15 de celle du plomb, on a des alliages fondant à 159°, 169°, 182°, 200°, 216°, 231°; enfin, le plomb pur, fondant à 253°, donne un dernier terme de température.

SECONDE PARTIE.

§ 1er. DES CHARBONS.

La forge est bâtie ; les soufflets donnent un vent impétueux ; le marteau résonne sur l'enclume en attendant le fer qu'il doit façonner ; tout est prêt ; mais l'atelier attend encore le combustible qui doit entretenir le feu, qui réjouit et vivifie. Rien n'est triste comme une forge éteinte. Parlons donc maintenant du charbon qui doit l'alimenter.

Si cet ouvrage ne devait pas être très-circonscrit, nous aurions pu exposer le résultat des travaux des chimistes et des expérimentateurs sur cette partie intéressante des arts métallurgiques. Beaucoup de faits ont été constatés ; mais, nous devons le dire, dussions-nous en cela contrarier les idées de beaucoup de personnes, très-instruites d'ailleurs, on n'a encore rien de décisif et de formel à dire sur cette matière. Nous avons consulté les meilleurs traités de sidérotechnie ; chacun en particulier paraît offrir des données certaines ; mais lorsque ensuite, considérant l'ensemble des doctrines particulières, le lecteur attentif et impartial veut se faire une idée saine et précise sur le tout, il se trouve arrêté par la divergence des avis. Ces avis divers, pris isolément, sont bien motivés et appuyés sur des faits clairs et incontestables ; et, cependant, ils sont souvent diamétralement opposés dans leur conclusion. On conçoit qu'il a dû être fort difficile de faire un choix, et qu'il aurait été imprudent de mettre le résultat de notre expérience personnelle en parallèle avec ceux obtenus par des auteurs, beaucoup plus versés que nous dans cette matière ; puisque

ce ne serait qu'un avis de plus, et qu'il s'agit moins maintenant d'apporter de nouvelles lumières que de réunir en faisceau celles qui sont déjà répandues de toutes parts. Nous avons donc dû nous abstenir de traiter cette partie, que nous ne connaissons pas assez à fond pour que le travail auquel nous nous serions livré pût être de quelque poids et d'une utilité incontestable. Nous émettons un vœu : c'est de voir un savant entreprendre une monographie spécialement consacrée aux divers charbons. Un ouvrage pareil, au lieu de former un chapitre dans un traité de métallurgie, propre seulement à une seule classe de lecteurs, offrirait une lecture profitable aux maîtres de forges, aux serruriers, aux fondeurs, et en général à tous ceux qui emploient le charbon pour combustible. Il pourrait, en exposant les travaux faits chez différentes nations, et recevant alors toute l'extension qu'il serait permis de lui donner, apporter une clarté entière sur les points encore douteux, et offrir un corps de doctrine qui ne laisserait plus de doutes et guiderait la marche encore incertaine de ceux qui recherchent le mieux en toutes choses (1). En attendant que ce vœu soit accompli, remplissons notre tâche à nous, qui doit être de guider, autant que possible, le forgeron dans le

(1) Nous ne nous doutions pas en formant ce vœu qu'il était pleinement satisfait, et que notre ignorance seule nous faisait désirer ce qui existait depuis 1843, ou, du moins, en grande partie. En effet, M. J. F. Blanc, ingénieur civil, a publié à cette époque la première partie d'un nouveau Manuel complet pour l'exploitation des mines, renfermant tout ce qui concerne la houille (charbon de terre), l'histoire et la description de ce charbon fossile, le mode d'exploitation et le commerce de ce minéral. L'auteur de ce très-intéressant travail cite ces paroles de M. Brard : « Je suis persuadé que l'époque n'est pas éloignée où l'on sentira la nécessité d'un travail particulier de l'exploitation de la houille, et que l'art gagnera infiniment encore à cette nouvelle subdivision. » Nous sommes heureux de nous être rencontré avec une autorité aussi respectable, et nous engageons nos lecteurs à se procurer cet important travail qui fait partie de l'Encyclopédie-Roret. Bien certainement ce que nous allons leur dire sur cette matière ne vaudra pas ce qu'ils rencontreront dans le livre de M. Blanc; mais, pourtant, nous ne pouvons nous dispenser de parler du combustible dans un Manuel du Forgeron.

choix du charbon le plus propre à être employé, bien persuadé que nous sommes que ce que nous dirons ne saurait être exempt de tout reproche, et que même, suivant certaines localités, il pourra se trouver que nous soyons tout-à-fait inexact.

En thèse générale : Le choix du combustible dépend de l'espèce de chaleur qu'on veut produire. Si cette chaleur doit être vive, intense, prompte dans ses effets, les combustibles qui brûlent avec flamme doivent être préférés. Si l'on veut obtenir une chaleur plus soutenue, il faudra employer ceux qui brûlent sans flamme. Plus un charbon est riche en carbone, moins il brûle avec flamme, et plus il fournit de chaleur concentrée. Les charbons compactes s'enflamment difficilement; ceux qui sont poreux brûlent au contraire avec flamme.

Charbon de bois.

On peut forger, souder, et en général faire tout ce qui concerne l'état du forgeron avec le charbon de bois. Dans certains pays on n'en connaît pas d'autre, et on assure même que le fer travaillé avec ce combustible s'altère moins. Les orfèvres ne pourraient forger avec d'autre charbon. La présence d'un seul atome de soufre pourrait faire manquer une pièce importante. Cette présence du soufre nuit également au fer, et se rencontre assez communément dans les houilles ou charbons de terre. Cependant, on retire d'ailleurs tant d'autres avantages de l'emploi de ce combustible, qu'il est généralement employé partout où l'on peut s'en procurer. Quoi qu'il en soit, il faut bien se garder de penser, avec certaines personnes, qu'on ne peut forger et souder qu'avec du charbon de terre.

En supposant donc que le forgeron sera contraint de se servir de charbon de bois, il devra choisir du charbon de

chêne ou de hêtre, qui ne soit ni friable, ni salissant; sa couleur doit être du noir le plus foncé, la cassure doit en être brillante et conchoïde; plongé dans l'eau, il doit surnager; il doit être sonore au toucher, dur et compacte, et allumé en plein air et sans le secours du soufflet, il doit brûler lentement et sans flamme. Quant à la pesanteur, on n'est pas d'accord sur la question de savoir si les charbons lourds doivent être préférés aux légers, les premiers, à quantité égale, produisent plus de chaleur, mais, à poids égal, les seconds chauffent davantage. Cependant, quand on veut produire un haut degré de chaleur, il vaut mieux se servir des charbons lourds; les autres, quelle que soit la quantité employée, produiraient difficilement le même effet.

Si le forgeron est à même de pouvoir connaître les circonstances qui ont accompagné la fabrication du charbon, il devra choisir celui provenant de bois neuf, abattu lorsque l'arbre a acquis toute sa force, mais cependant lorsqu'il croît encore; celui provenant des grosses branches ou du tronc sera toujours le meilleur; le bon charbon se fait avec des bois qu'on a laissés sécher après l'abattage. Si le bois a poussé dans des endroits bas et humides, le bois coupé pendant l'hiver produira le meilleur charbon. Dans les autres endroits on devra préférer celui provenant des bois abattus dans les mois de mars ou d'avril, lorsque la sève commence à se répandre. Il n'y a pas d'ailleurs de règles très-fixes à cet égard; cela dépend de l'essence des bois, et regarde plutôt le charbonnier que le forgeron. On remarque toutefois que le charbon fait pendant l'été, lorsque l'air est sec, est le meilleur. Les charbons provenant de bois caduc, piqué, poreux, humide, ne donnent pas beaucoup de chaleur, et sont d'un mauvais usage.

Si, comme nous le lui conseillons, le forgeron emploie le charbon dur, il saura que pour brûler la même quantité de

charbon, il lui faudra plus de vent que pour le charbon, léger et poreux. S'il veut bien conduire son feu, il devra disposer son charbon concassé de manière à ce que le vent le pénètre dans tous les sens. La parfaite combustion ne peut avoir lieu que par ce moyen : sans cela le charbon brûlerait lentement et ne chaufferait que faiblement.

Le charbon bien choisi demande encore quelques soins pour sa conservation. On ne doit pas d'abord l'employer immédiatement après la carbonisation : trop récent il produit moins de chaleur. Ce fait paraît contraire à ce que le raisonnement annonce devoir arriver ; mais des expériences décisives ont prononcé, Hassenfrutz l'a observé, et les physiciens pensent que cet effet peut être le résultat de gaz oxyde de carbone ou d'acide carbonique, impropres à la combustion, dont le charbon est d'abord pénétré, et dont l'air atmosphérique le délivre ensuite. D'une autre part, les charbons conservés longtemps après leur cuisson perdent de leur qualité, s'ils sont exposés aux pluies, ou même simplement à l'humidité dont l'air est le véhicule. S'ils en sont pénétrés, ils perdent beaucoup de leur bonté et mieux vaudrait encore les employer à la sortie des meules. Le forgeron devra conserver son charbon dans un lieu sec et abrité, et en avoir une provision telle qu'il ne soit point contraint d'employer du charbon nouveau.

Quelques forgerons prétendent activer le feu en y jetant de l'eau : on a pensé qu'il se faisait alors une décomposition de l'eau et que l'hydrogène brûlant augmentait la chaleur émise. C'est une erreur; il s'ensuivrait que le charbon humide devrait être préféré au charbon sec, ce qui est encore faux. L'emploi de l'eau ne peut avoir lieu que comme moyen de concentration du feu. Lors de la décomposition dans le feu, l'hydrogène se combine en partie avec le carbone, l'oxygène de son côté, forme un mélange de même nature de l'acide carbonique, impropre à la combustion, et d'ailleurs la température est

abaissée par suite de la quantité de calorique qui s'est perdue lors de la vaporisation.

L'eau, ainsi que nous venons de le dire, ne peut donc être employée que comme moyen de concentration. On se sert aussi à cet effet d'argile dont on forme une croûte sur la forge qui sert à répercuter la chaleur.

Nous avons obtenu d'assez bons résultats en mêlant une partie de tourbe carbonisée à trois parties de charbon de bois, le feu était nourri, ardent et durable; mais cette expérience devrait être répétée en mêlant diverses quantités et diverses sortes de combustibles; nous n'avons pas été à même de multiplier nos essais. (Voir d'ailleurs, dans les Annales des Mines, 3e série, tome 18, les travaux de *M. Sauvage* et la relation des expériences de *MM. Schwarts*, *la Chabeaussière*, *Fontant*, *Ebelmen* et autres.)

Charbon de terre. (Tourbe-houille.)

La tourbe est peu employée par le forgeron; formée de détritus de plantes marécageuses, elle est rarement assez pure pour rendre un bon service. Le soufre qu'elle contient assez souvent s'oppose, indépendamment de ses autres effets, à ce qu'on en fasse usage. On peut cependant s'en servir. J'ai connu un maréchal qui s'en applaudissait; peut-être l'avait-il rencontrée pure et de bonne qualité. Mêlée avec le charbon de bois dur, elle peut procurer une économie; carbonisée et alimentée par un air très-condensé, elle produit un bon effet. Ses cendres abondantes, qui se vitrifient à la chaleur blanche, sont très-favorables à la manipulation du fer; elles le recouvrent d'une couche qui le garantit de l'oxydation. Dans les pays où la tourbe est abondante, de bonne qualité et à bas prix, on retirera un grand avantage de son emploi. Les tourbes mélangées de terre donnent peu de chaleur. On distingue quatre

espèces de tourbe. La *tourbe des gazons* remplie de racines, celle des *marais*, celle de *poix* et la *bourbeuse* dont il est difficile de reconnaître l'origine.

La houille ou *charbon de terre* est le combustible le plus généralement employé pour la forge; on en connaît quatre espèces: la *houille brune*, la *houille noire*, la *houille éclatante* ou *anthracite* et le *charbon minéral* ou *bois fossile*. Mais, rarement, ces espèces se rencontrent distinctes et tranchées; le plus souvent elles sont confondues, et le même morceau présente les caractères extérieurs de deux ou trois espèces. On apprend à les distinguer en pesant, en cassant, en râclant un morceau, etc.; mais il est toujours très-difficile de déterminer fixement à quelle espèce ils appartiennent. La houille noire est d'une formation antérieure à celle de la houille brune : cette dernière paraît dater de la formation des craies, ou est peut-être plus récente. Quant à la noire, elle est certainement plus ancienne. Toutes les deux ont été produites par des plantes quelconques dont on ne saurait maintenant déterminer l'espèce, et qui ont été recouvertes par des formations de rocher. Leur décomposition a-t-elle été prompte, a-t-elle été le résultat d'une longue suite de siècles? Les avis sont partagés sur ce sujet; quelques savants penchent vers cette dernière supposition; ils appuient leur raisonnement par l'altération qu'éprouvent les bois enfouis qui, dans certains lieux, et à l'aide de certaines circonstances, se carbonisent encore maintenant par une décomposition lente, insensible, mais qui a cependant lieu. Ainsi, en Bretagne spécialement, on trouve, soit dans le terrain, soit dans le marais aux environs de Dol, une substance qui n'est plus du bois et qui n'est pas encore du charbon de terre, et que les habitants nomment *coiron* ou *couesron*. On voit encore assez ses couches ligneuses pour reconnaître qu'il provient de chênes enfouis depuis des siècles; mais aussi il exhale une forte odeur de houille; il brûle comme

ce charbon fossible; il est plus pesant que le bois; il émousse promptement les tranchants; sa couleur noire intense n'est point fugace à l'air comme celle des vieux pieux retirés des rivières. On peut présumer que dans un avenir éloigné, ces forêts sous-marines formeront des bancs de houille. D'autres, en plus grand nombre, prétendent que la décomposition a été spontanée et que la carbonisation a eu lieu au moyen de circonstances qui n'existent plus, qui ont été variées, quoique produisant le même résultat : la concentration du carbone, et que de cette diversité de circonstances il a résulté que l'oxygène ou l'hydrogène ont pu être dégagés en moindre ou plus forte proportion, ainsi qu'on l'observe dans les différentes houilles. Ces circonstances à ce qu'ils prétendent, quelles qu'elles soient, auraient été autres que la chaleur et l'action des acides; puisque dans nos laboratoires la chaleur et les acides agissant sur le bois produisent bien encore un charbon, mais tout différent de la houille. Que rien ne porte à croire que la houille brune, quelle que soit la série de siècles qui s'écoule, puisse jamais se convertir en houille noire, et que la houille noire devienne jamais l'anthracite des terrains primitifs; que tout porte à croire au contraire qu'ils resteront indéfiniment dans leur état respectif, etc., etc. Nous ne tenterons pas de juger une question si difficile, élevée entre des hommes dont les connaissances en géologie et minéralogie sont de beaucoup supérieures aux nôtres. Elle est d'ailleurs peu importante relativement à l'emploi du combustible et ne pourrait servir qu'à contenter une curiosité bien légitime sans doute, mais qui sera difficilement satisfaite.

Ces quatre espèces principales de houille, dont nous venons de parler, sont loin d'être les seules reconnues par les minéralogistes; chacune est subdivisée en genres. Haüy, Voigt, Fabroni, Dolomieu, Werner, Karsten, ont fait des classifications dont nous ne rapporterons pas même les noms, parce que cela

nous entraînerait fort loin et présenterait peu d'intérêt à nos lecteurs. Nous nous bornerons aux dénominations de la pratique, et nous leur parlerons seulement de la *houille sèche*, de la *houille maigre* et de la *houille grasse ;* ces deux dernières sont même assez souvent confondues sous le nom de *houille collante*.

La houille sèche, l'anthracite de Dolomieu, brûle très-difficilement ; cependant, avec de forts soufflets, on en peut faire usage, surtout lorsqu'elle est riche en carbone ; pourvu, toutefois, qu'elle ne soit point mélangée d'anthracite fibreux, car alors cette dernière substance la divise et la réduit en fraisil, ce qui entrave la circulation du vent et rend cette matière absolument impropre à la combustion. C'est une observation générale à faire, que le charbon trop divisé ne brûle plus ; le charbon de bois lui-même n'est plus combustible lorsqu'il est réduit en poussière, ou, s'il se consume, c'est très-lentement, et sans un dégagement de calorique assez fort pour être utilisé.

La bonne houille sèche est celle qui est en gros morceaux : elle ne contient que peu de gaz ; elle fournit peu de produits à la distillation, et on ne la trouve guère que dans les terrains primitifs ; elle est la plus pesante des houilles.

La houille maigre est plus pesante que la houille grasse ; elle se décompose lorsqu'elle renferme peu de carbone à un degré de chaleur inférieur à celui de la chaleur lumineuse. Lorsqu'elle est riche en carbone, elle ne se décompose qu'à l'aide d'une chaleur rouge clair. Les forgerons l'estiment peu.

La houille grasse est celle qui doit fixer particulièrement notre attention. Ce combustible est bien certainement celui qui, dans l'emploi ordinaire, donne une plus grande quantité de chaleur : nous disons dans l'emploi ordinaire, parce qu'il est reconnu en chimie que le charbon de bois dur est le combustible qui chauffe le plus lorsque son action est convenablement dirigée; mais, soit que cette plus grande chaleur du charbon de bois dur soit plus expansive, ou qu'il soit plus dificile

de la concentrer sur un point déterminé, ou enfin qu'on n'ait pas encore trouvé un mode satisfaisant de manipulation et de conduite du feu, toujours est-il qu'à part la grande économie qu'on en retire dans la plupart des localités, les forgerons préfèrent l'emploi du charbon de terre, qui est plus maniable, et qu'ils soutiennent, à qui veut sur ce point entrer en discussion avec eux, que la bonne houille produit plus de chaleur, chauffe mieux et plus également.

On a cru longtemps que dans la houille grasse le charbon était moins abondant que dans les houilles non grasses, mais que le bitume y était plus abondant; c'était une erreur, que des expériences que nous ne croyons pas devoir rapporter, mais qui sont concluantes, ont victorieusement combattue. Le carbone contenu dans les houilles grasses y est en plus forte proportion que dans les autres; et comme il a été prouvé que la faculté de produire la chaleur, résultat de la combinaison du carbone et de l'oxygène, est pour ces substances en raison de la quantité du carbone qu'elles renferment, il s'ensuit que la houille grasse serait encore la plus productive de chaleur; quand bien même son inflammabilité, la faculté qu'elle possède de se fondre et de se souder, et ses autres qualités, ne lui donneraient point l'avantage sur ce point.

Distillée, la houille donne du gaz, de l'eau, une grande quantité d'huile, de l'ammoniac, et quelquefois des acides. La quantité d'huile est toujours en rapport avec la quantité de carbone contenue; mais, ce ne sont point ces éléments qui doivent intéresser le forgeron; toute son attention doit se porter sur la recherche des houilles contenant le plus de carbone, et la quantité d'huile n'est pas un indice suffisant pour l'évaluer. Or, cette quantité varie entre 73,88 et 96 pour cent, et l'on peut estimer qu'il abonde dans une houille dont les morceaux sont d'un beau noir, vifs sur les arêtes, et durs. Cette dernière condition n'est pourtant pas d'une rigueur

absolue. Les forgerons ont pour maxime que la bonne houille se reconnaît au choc, et que l'on doit estimer comme étant la meilleure, celle qui se brise étant frappée contre un autre morceau de même poids, qui résiste. Cette expérience de la pratique n'est point à dédaigner; cette facilité à se rompre, lorsque la cassure n'est ni charbonneuse ni pulvérulente, mais qu'elle offre un aspect vitreux ou résineux, ne prouve pas que la houille soit moins riche en carbone, mais que l'hydrogène y domine sur l'oxygène. Si la cassure est terne, que les morceaux soient résistants et durs, on peut conclure que le carbone y est moins abondant, que l'oxygène y entre en plus forte proportion que l'hydrogène.

Les houilles grasses de première qualité s'emploient rarement dans leur état naturel. Les forgerons expérimentés les redoutent, parce que, trop actives, elles grésillent le fer. Aussi, fait-on dans les chantiers des mélanges qui tempèrent le trop de vivacité de leur action, et donnent de la bonté à des houilles pauvres, qui ne rendraient qu'un mauvais service. Sans qu'il soit besoin de faire artificiellement ce mélange, on le rencontre communément tout fait dans le sein de la terre, et les houilles de cette nature, qu'on nomme *demi-grasses*, sont celles que le forgeron doit rechercher. Il y a toujours de la ressource avec une houille demi-grasse; elle donne une chaleur forte et soutenue, encore bien qu'elle ne soit pas très-riche en carbone; c'est une sécurité qu'on n'a pas dans l'emploi de la houille grasse, qui n'est propre à aucun usage lorsqu'elle n'est point abondamment pourvue de ce principe de la combustion.

Nous aurions regardé comme une bonne fortune de pouvoir donner à nos lecteurs quelques renseignements sur l'emploi du *coke*, charbon de houille; mais, jusqu'à présent, les essais n'ont produit, à notre connaissance du moins, aucun résultat satisfaisant; nous avons nous-mêmes essayé ce combustible si

vanté pour la réduction des minerais ; il n'a rien produit à la forge. Le coke que nous avons à Paris provient des établissements d'éclairage par le gaz ; et, si nous n'avions essayé que ce coke, nous ne pourrions point dire qu'il est impropre à être employé par les forgerons, car on a la preuve que, produit par la distillation, carbonisé dans des vaisseaux clos, il produit moins de chaleur que carbonisé en plein air ; mais, nous avons essayé d'excellent coke, venu d'Angleterre. Peut-être notre soufflet n'était-il pas assez fort, peut-être réussirait-on mieux en se servant d'un soufflet ventilateur ; c'est ce dont nous ne pouvons répondre. Il est néanmoins difficile de croire que le coke puisse jamais servir aux feux de forge de maréchal : le coke brûle toujours et également, ce qui ne serait pas convenable dans ce cas, où l'on veut un feu qui soit fort et vif pendant que le fer est dans le foyer, et qui se ralentisse lorsqu'il en est hors et qu'on le frappe. Il pourra se faire, cependant, qu'on trouve un jour le moyen d'utiliser ce combustible ; mais, quant à présent, il n'est pas à notre connaissance que cela se soit fait, et même puisse avoir lieu.

Quelques forgerons, dans le but d'en ôter le soufre, enflamment d'abord le charbon et l'éteignent ensuite dans l'eau ; cette méthode n'a d'autre inconvénient que d'être un assujettissement onéreux, dont on est affranchi quand on s'est procuré du charbon de bonne qualité ; le charbon ainsi éteint acquiert de la qualité et donne moins de fumée.

Les charbons anglais, notamment celui de Newcastle, le charbon de Saint-Etienne, ont la réputation d'être les meilleurs ; mais on emploie également ceux qui viennent de beaucoup d'autres endroits. Ceux du nord de la France et de la Belgique sont maintenant en faveur ; celui qui est le plus estimé à Paris vient de Mons, de Valenciennes et de Charleroi. Le Berri fournit du charbon de médiocre qualité. Parmi ceux d'Auvergne, celui des environs de Brioude est le plus estimé.

Le charbon est vendu à l'hectolitre ; les prix sont variables d'une année à l'autre.

Lorsqu'il a fait sa provision de charbon, le serrurier fera bien, autant qu'il le pourra, de le tenir sous des hangars, exposé à l'air, mais garanti de la pluie. La méthode suivie de le mettre dans des caves ne peut être justifiée que par la nécessité où se trouvent les ouvriers d'en agir ainsi. Conservé dans un tonneau défoncé, le charbon est sujet à trop sécher, surtout s'il est placé dans le voisinage de la forge ; c'est pour cela qu'on verse souvent de l'eau dessus ; mais, ce moyen, qui peut n'avoir pas de grands inconvénients sur de petites quantités, qui sont souvent renouvelées, serait funeste s'il devait être mis en usage sur de grandes masses.

§ 2. DU FER ET DE L'ACIER.

Le fer a été connu dans l'antiquité la plus reculée; mais on en faisait peu usage, d'abord parce qu'on ignorait l'art de le travailler, et que le cuivre, plus facile à fondre et à manipuler, le remplaçait dans beaucoup de circonstances. Quelques auteurs supposent que l'acier a dû d'abord être connu, parce qu'il s'obtient plus facilement que le fer ; mais tous ces faits se perdent dans la nuit des temps mythologiques. Les Egyptiens, les Grecs et, depuis, les Romains, ont travaillé le fer, et la trempe de l'acier était connue 1600 ans avant J.-C. Il paraît cependant qu'on n'a connu l'art de le produire à volonté et de convertir le fer pur en acier, que très-récemment ; avant, c'était accidentellement et par hasard qu'on l'obtenait, et lors de la fusion des minerais. Ce ne fut que vers la fin du xv[e] siècle, que cet art se répandit en Europe ; ce ne sont cependant encore que des probabilités, car tout ce qui concerne l'histoire du fer est entouré de ténèbres, les écrivains n'ayant jamais cru cette fabrication digne de fixer les regards de la postérité,

L'ouvrage d'Agricola *de re metallicâ*, publié en 1546, est le premier qui renferme quelques détails circonstanciés sur cette partie importante de l'industrie et de la richesse des peuples. Depuis, mais seulement à dater du commencement du dernier siècle, Réaumur, Swedenborg, attachèrent leurs noms à des recherches scientifiques qui furent continuées par Bergmann et Rinmann. Un grand nombre de savants s'emparèrent depuis de cette matière importante, et, de nos jours, il n'est pas de partie qui soit aussi ardemment étudiée, et sur laquelle, malgré les vastes connaissances qu'elle exige, on ait plus travaillé.

Parmi les peuples que l'industrie du fer fait aujourd'hui briller, l'Angleterre occupe le premier rang, non point sous le rapport de la richesse de ses minerais; mais sous celui de la bonne manipulation, elle a poussé si loin sa perfection à cet égard, que longtemps encore, elle sera le modèle et l'école des autres nations. La Russie marche sur ses traces en suivant ses méthodes et ses exemples; la Suède vient en troisième lieu: mais c'est moins par le travail et le perfectionnement des ouvriers que par l'étonnante richesse de ses minerais, qu'elle parvient à tenir ce haut rang dans l'échelle de la production, quoiqu'il soit juste cependant de dire que c'est aux savants de ce pays que l'on doit les premières lumières; viennent ensuite la France, l'Autriche, la Prusse et le restant de l'Allemagne.

Quant à l'Espagne, jadis célèbre par la quantité des fers qu'elle exportait et par leur qualité, il ne reste plus que le souvenir des fers de la Ronda, toujours les premiers, quant à la bonté, mais produits en si petite quantité, qu'ils ne suffisent point à la consommation intérieure, et que ce malheureux pays est à présent réduit à tirer du dehors, une matière qu'il exportait jadis dans le monde entier.

Connaissance du fer.

On juge mal de la bonté d'un fer par sa couleur, quoique cependant elle puisse servir d'indice. Cette couleur, disent les métallurgistes, est toute particulière, elle est très-bien caractérisée à la mémoire de tout le monde sous le nom de *gris de fer;* c'est une modification du faisceau lumineux qu'il est très-difficile de produire artificiellement; nous parlons ici du fer à l'état de pureté parfaite. Mais la couleur peut varier du blanc au noir, relativement aux divers états sous lesquels le métal s'obtient; ce n'est d'ailleurs qu'en prenant l'habitude de voir le fer qu'on peut finir par pouvoir prendre par sa couleur, une première idée favorable ou défavorable de sa qualité. D'autres moyens peuvent diriger dans le choix des fers.

Ce qu'il importe d'abord de connaître, c'est le grain, la texture ; pour y parvenir, il faut casser un barreau ; les cassures anciennes ne donnent point d'indices certains. Déjà même, en cassant un barreau, un ouvrier exercé prend, avant d'avoir vu le grain, une première connaissauce des qualités de son fer. Après avoir entaillé le barreau, soit avec la carre d'une lime, soit plutôt avec un ciseau-burin bien affûté, on pose le barreau à faux, en le faisant porter sur deux morceaux mis en travers, ou même en l'appuyant contre quelque objet stable ; on frappe dessus avec la panne d'un marteau à l'endroit entaillé. Si le barreau cède et plie, s'il faut le retourner plusieurs fois avant qu'il se divise, c'est que le fer est doux ; s'il dégage beaucoup de calorique lors de la rupture, c'est encore un indice de bonne qualité ; si, d'ailleurs le marteau marque des empreintes sur ce fer et semble le pétrir, on peut croire qu'il sera doux, à froid du moins. Le fer aigre se brise sur-le-champ; il ne produit pas de chaleur bien sensible à l'endroit de la rupture.

Une cassure brillante, formée de grandes paillettes, indique encore un fer aigre qui sera dur à limer et que le marteau ne façonnera pas facilement, soit qu'on le forge à froid, soit qu'on le fasse chauffer. Les fers de cette nature sont tendres à la chauffe, se brûlent aisément et deviennent quelquefois plus aigres après avoir été forgés. Cette observation ne doit pas cependant être prise dans un sens absolu ; certains fers à cassure brillante ne se corroient pas aisément, sont tendres à la chauffe, mais ne brûlent pourtant pas plus que d'autres fers; ils forment en cela une exception.

La contexture d'un fer très-pur, est grenue, et en l'examinant, il convient de faire attention à la grosseur des barres; sans cela on risquera de tomber dans de graves erreurs. Le fer carré aura au moins 27 millimètres en carré ; le méplat ou en bande, 15 millimètres ; plus petit, plus plat, le centre seul peut servir d'indice; mais encore ce centre ne comporte-t-il pas exactement le grain du fer.

On pourra tirer cette conclusion, que le fer sera tenace et susceptible de devenir nerveux par suite du martelage ou de l'étirage, si les grains n'ont aucune forme déterminée, s'il n'a ni lames ni facettes; mais s'ils paraissent égaux, fins, arrondis et brillants.

Cependant il ne faut pas confondre ce fer de première qualité avec certains autres dont le grain est également moyen ; mais est en même temps, moins blanc, moins brillant. Ces fers se chauffent assez bien, sont résistants, et les forgerons les emploient seulement lorsque les pièces doivent rester telles qu'elles sortent de la forge; dans ce cas, leur dureté et leur résistance leur font rendre un bon service. On limerait difficilement ce fer, parce qu'il s'y rencontre des grains très-durs qui gâtent les limes, et qu'il faut ôter au burin, lorsque cela est possible.

Un mauvais fer présente toujours une cassure à facettes

plus ou moins grandes ou lamelleuse. Si la contexture est lamelleuse grise, c'est que le fer a été brûlé ; si les lames sont très-menues et qu'elles se lèvent par écailles, c'est un signe non équivoque que le fer sera cassant à froid. Lorsque les facettes sont entremêlées de nervures, on peut en induire que le fer a été mal affiné. Il en est de même des fers à grain serré, gris clair et ternes dans leur cassure ; ces fers ont à la vérité perdu leur carbone, mais contiennent encore des parties hétérogènes. Quelques-uns de ces fers, ayant le même grain et le même aspect, contiennent du carbone en excès et peuvent malgré cela être de bonne qualité ; surtout si les grains fins et aciéreux sont entremêlés avec des grains pointus ou crochus, qui sont en général l'indice d'une disposition nerveuse. Mais si les grains fins sont noirs et mêlés de larges facettes, il y a peu d'espérance à concevoir, le fer sera dur et fort; mais peu malléable. On peut, cependant essayer de l'améliorer en lui donnant plusieurs chaudes suantes successives ; il peut alors prendre du nerf.

Les ouvriers disent qu'un fer a de la *chair*, lorsque la cassure inégale et d'un brun noirâtre présente l'aspect d'une déchirure de plomb. Les fers de cette nature se forgent aisément à chaud, ils sont passablement malléables, lors du martelage à froid, la lime les mord âprement ; mais ils sont difficiles à polir et ne devront être employés que pour les ouvrages qui ne doivent point recevoir cette dernière façon.

Dans le choix du fer, une foule de circonstances tendent à induire en erreur ; nous nous efforçons de prévoir tous les cas ; mais les nuances sont tellement délicates que nous ne pensons nullement qu'on puisse apprendre à connaître le fer, uniquement d'après nos indications, si l'on n'y joint l'observation attentive et la pratique. La contexture nerveuse, l'absence des facettes, les filaments longs et d'une couleur claire, les grains fins surmontés de pointes fines et crochues, sont des

indices de force et de nerf; mais il faut y regarder de près, car le fer rouverin (on nomme ainsi celui qui se brise à chaud) a aussi quelquefois, assez souvent même, des fibres nerveuses assez longues. Ces fers rouverins sont assez faciles à travailler à froid ; ils sont ployants et malléables sous le marteau ; mais lorsqu'on les met au feu pour les forger, ils répandent une odeur de soufre, et il en jaillit des étincelles brillantes ; chauffés au blanc, ils se broient sous le marteau et deviennent *pailleux*.

Tous les fers doux et de bonne qualité deviennent nerveux et filamenteux par suite du battage et de l'étirage. Les *grosses barres* ne présentent jamais de nerf; il ne faut pas en conclure pour cela que le fer est de mauvaise qualité; elles échangeront leur grainure en un aspect nerveux lorsqu'elles seront forgées en barres plus minces. Nous allons rapporter les observations d'un savant expérimentateur, qui jetteront du jour sur cette question du changement de contexture des fers.

« Il est généralement reconnu, dit-il, que le fer s'aigrit par » le battage à froid ; mais comme on a prétendu aussi qu'il » acquérait du nerf et que les maîtres de forge pouvaient se » servir de ce moyen pour donner à des fers médiocres cette » contexture si recherchée dans le commerce, nous avons cru » devoir éclairer ce fait par quelques expériences. Il en ré- » sulte : 1° que le fer le plus nerveux quand il aurait encore » 3 centimètres (1 pouce) d'épaisseur et plus encore, étant » placé dans le sens de la longueur de l'enclume, perd tout » son nerf entre dix à quinze coups de marteau qu'il reçoit à » froid, ou chauffé seulement jusqu'au premier degré de la » chaleur lumineuse ; que, par cette opération, il devient » très-aigre et très-fragile ; qu'il reprend le grain qui con- » vient à sa qualité, sans montrer une trace de nerf dans sa » cassure ; que ce grain un peu plus fin et plus blanc qu'il » ne l'aurait été sous le martelage à froid, est très-beau si le

» nerf est clair; et qu'il est à facettes lorsque les filaments » nerveux sont courts et d'une couleur noirâtre; 2° que ce » fer écroui chauffé au premier degré de la chaleur lumi- » neuse, et battu ensuite, reprend en s'allongeant le nerf » qu'il avait perdu, si toutefois il est placé en travers de la » table de l'enclume, et qu'il le perd de nouveau lorsque, pour » achever le forgeage de la barre, on la place dans le sens » de la longueur de l'enclume; 3° que le fer qui a perdu son » nerf par le martelage à froid, le reprend en partie en rece- » vant un fort recuit poussé jusqu'à la chaleur rouge clair. » Si, comme dans les arsenaux, le recuit n'est donné qu'à la » température rouge cerise, le fer ne reprend pas autant de » nerf que s'il est chauffé au rouge rose; 4° que du fer très- » médiocre, pourvu qu'il ne soit pas de la plus mauvaise » qualité, peut acquérir du nerf étant placé en travers de la » table de l'enclume et forgé soit à froid, soit au premier » degré de la chaleur lumineuse, si cette table et la panne du » marteau sont très-étroites; mais qu'il perd son nerf lors- » qu'on veut achever ou parer la barre et qu'il devient ensuite » si cassant, que, sans faire d'entaille on peut en déterminer » la rupture.

» D'après cela nous devons être convaincus :

» 1° Qu'il est impossible de donner du nerf au fer mar- » chand en le battant à froid, parce qu'on est toujours obligé » de le parer; 2° que les meilleurs fers peuvent devenir par » cette opération aigres comme l'acier trempé et plus fragi- » les que les fers tendres; 3° qu'on favorise la formation du » nerf en forgeant le fer sous un marteau dont la panne est » très-étroite; 4° enfin, que nous devons juger de la qualité » du fer en barres par la grainure et non par la difficulté » qu'on éprouve à le rompre, difficulté qui est modifiée d'ail- » leurs par d'autres circonstances, surtout par la plus ou » moins grande stabilité de l'enclume et des points d'appui. »

On pourrait demander pourquoi le fer devient si fragile lorsqu'en le battant à froid on le met dans une circonstance telle qu'il ne puisse s'allonger. Il est possible que ce soit à la fois au resserrement des molécules et à une action chimique qu'il faille en attribuer la cause.

En examinant un morceau de fer qui a été écroui à moitié, on voit régner autour de la cassure une bande d'un grain plus fin, plus serré et plus blanc que celui du centre; si l'on continue de battre ce fer à froid, la bande de grain fin devient de plus en plus large jusqu'à ce que toute la cassure présente le même tissu ; il s'ensuit donc que le martelage à froid rapproche les molécules du fer plus qu'elles ne l'étaient auparavant. Or, il est évident qu'un grand rapprochement des molécules doit nuire à la flexibilité du métal; c'est ainsi qu'une grosse barre composée de plusieurs lames devient d'autant plus flexible que le soudage est mal fait, ou bien que les parties sont moins rapprochées; et la résistance qu'un corps peut offrir au choc, est toujours proportionnée à la flexibilité. Le plomb quoique moins tenace que le fer résiste aux secousses; tandis que l'acier, dont la tenacité surpasse de moitié celle du fer, se laisse briser par une légère percussion. Le martelage à froid effectué sur une barre placée dans le sens de la longueur de l'enclume, rapproche les molécules, détruit donc la flexibilité du fer et en augmente l'aigreur. Le martelage à chaud ne peut produire cet effet, puisque le calorique maintient les molécules à une certaine distance, leur donne la facilité de se mouvoir dans toutes les directions et d'échapper de cette manière à la force comprimante du marteau. Si la barre est placée en travers de l'enclume, les molécules pouvant glisser et s'étendre ne se compriment pas aussi fortement.

Quant à la deuxième cause à laquelle on peut attribuer l'aigreur du fer écroui, nous présumons, puisque son grain devient plus blanc, qu'elle est semblable à celle qui détermine

le durcissement de l'acier au moyen de la trempe. Ce dernier ainsi que le fer ductile contient une plus ou moins grande quantité de carbure de fer interposé entre les molécules ; par la chaude, le carbone mélangé se combine avec toute la masse, et par le refroidissement subit, il est saisi et ne peut plus s'en séparer. Or, le martelage peut, en échauffant le métal, en resserrant les molécules du fer et du carbone, et en les mettant dans un état électrique, opérer la combinaison des deux substances, de sorte que le fer se trouve dans le même état que s'il avait été chauffé au rouge et plongé dans l'eau : aussi remarque-t-on que c'est particulièrement le fer dur ; celui qui est susceptible de prendre la trempe, qui s'aigrit le plus par l'écrouissement.

Il est rare, à moins qu'ils ne soient de bonne qualité, que l'on puisse employer les fers tels qu'ils sont livrés dans le commerce pour faire les ouvrages précieux : ils sont quelquefois pailleux et souvent d'une dureté inégale ; il faut presque toujours les corroyer. Cela vient de ce que ces fers n'ont point été assez corroyés dans les grosses forges avant leur mise en circulation. Les bons fers sont durs sans être cassants et prennent bien le poli, surtout ceux qui ont le grain fin et gris. Il y a de ces derniers fers qui, encore bien qu'ils aient peu de chair, ou même en soient tout-à-fait dépourvus, ne se rompent pourtant point facilement et ont même assez de flexibilité.

Les fers acérains qui prennent une espèce de trempe, prennent aussi un beau poli ; mais sont durs à la lime et bouillants à la forge. Il y a des ouvrages pour lesquels ils conviennent parfaitement, et les serruriers bien assortis en fer en ont toujours quelques barreaux dans leur provision. Ces sortes de fers, que les ouvriers nomment quelquefois *aciers de terre*, servent à faire des instruments d'agriculture, des coutres, etc. ; ils sont cassants et rendent un mauvais service lorsqu'ils sont

employés en barreaux. Ce sont ces fers particulièrement qu'il faut faire recuire avant de les limer; ils blanchiraient les meilleures limes, si on entreprenait de les limer immédiatement après qu'ils ont été forgés, parce qu'un refroidissement trop prompt les a, pour ainsi dire, trempés. Le recuit consiste à remettre le fer forgé au feu, à le chauffer rouge cerise et à le fourrer, dans cet état, dans du fraisil échauffé près le foyer où on le laisse refroidir lentement. Quelques-uns de ces fers se voilent et se gauchissent comme l'acier lorsqu'on les plonge dans l'eau au sortir de la forge.

Les fers qui ne sont pas susceptibles d'être convertis en fer nerveux, ne doivent pas être employés pour les objets qui seront appelés à offrir une grande résistance, et l'on a multiplié les expériences pour constater sous quelles conditions le fer de bonne qualité peut devenir le plus nerveux. On a reconnu : 1° que la chaleur nécessaire pour arrondir le fer sous le martinet ne suffit pas pour donner du nerf au bon fer; mais l'on fait observer que cette expérience suppose que le fer est battu dans le sens de la longueur de l'enclume ; car s'il était battu dans le sens de la largeur, il prendrait du nerf à un degré de chaleur bien inférieur, ainsi qu'il vient d'être dit ; 2° que la texture nerveuse ne pourrait recevoir aucune modification par l'eau qui pourrait tomber sur les barres pendant le battage ; 3° que si l'on refroidit subitement, en le plongeant dans l'eau, du fer nerveux de bonne qualité, chauffé au *blanc soudant*, et non forgé, il devient grenu. Soumis à la même chaleur et refroidi lentement, le même fer reprendra du nerf ; 4° qu'après plusieurs opérations d'étirage, du bon fer à cassure grenue devenait parfaitement nerveux et que des endroits fibreux se faisaient remarquer dès le premier étirage. Cette conversion s'opérait plus ou moins promptement, selon que ce fer était plus ou moins bon. Il résulte clairement de ces expériences qu'on ne doit point employer pour chaînes, biel-

les, leviers, etc., des fers qui, forgés au blanc, ont conservé la cassure grenue.

On aurait tort de conclure de ce qui précède, que tous les fers nerveux sont propres à la confection des objets qui exigent une grande force de résistance, il y a des fers nerveux de mauvaise qualité, qui rendraient dans ce cas un mauvais service.

Le fer le plus compacte est celui qui peut recevoir un plus beau poli, le fer fort et dur est le meilleur sous ce rapport. Les petits défauts qu'on remarque dans le tissu des fers le mieux préparés et qu'on appelle *cendre* ou *cendrures*, lorsqu'ils sont petits, et *pailles* lorsqu'ils sont grands, sont un obstacle à l'opération du polissage, mais ne doivent point faire mal préjuger des autres qualités du fer, car elles annoncent ordinairement qu'il est bon sous tous les autres rapports.

Il est bon de faire cette remarque que, dans plusieurs circonstances, le nerf qu'a acquis le fer par le travail à froid, n'a fait que diminuer sa tenacité. « Ainsi par exemple, nous dit un expérimentateur, lorsqu'on fait passer du fer à la filière, il acquiert du nerf par cet étirement, mais dans ce cas, si l'on négligeait de le lui faire perdre en le chauffant, il deviendrait cassant et on ne pourrait l'étirer de nouveau sans le rompre. »

» Il semble donc plus convenable, continue-t-il, d'adopter au lieu des distinctions admises d'après la nature des grains ou des filaments que présente la cassure du fer, les dénominations caractéristiques de fer *mou* et fer *dur*.

» Le fer *mou* est le plus pur des fers d'art; il se forge, s'étend, se tire, se plie, se replie avec une merveilleuse facilité, et tout aussi bien à froid qu'à chaud; son élasticité n'est pas appréciable; il conserve tous les plis qu'on lui a imprimés; sa résistance est énorme. Un fer de cette espèce, de 7 déci-

millimètres de diamètre, peut supporter sans se rompre, un poids de 210 kilogrammes; il peut être étiré assez fin pour qu'un fil d'un mètre de long ne pèse que 10 centigrammes (2 grains); c'est, dans le commerce, le fil indiqué sous le N° 12.

» C'est de tous les fers celui qui est resté le moins carboné; une goutte d'acide nitrique (eau-forte) qu'on laisse tomber sur sa surface limée et polie, n'y laisse qu'une trace parfaitement blanche. Suivant la température à laquelle il a été forgé; son tissu peut être nerveux ou grenu. Il est très-facilement oxydable à l'air. C'est le fer qui convient le mieux pour la fabrication de la tôle destinée au fer-blanc, pour les canons de fusil, le fil-de-fer, certains clous, etc., etc.

» Le fer *dur* est reconnaissable en le forgeant, et cela par la difficulté qu'on trouve à l'étendre, soit à froid, soit à chaud, Il est dur à travailler; par la trempe, il acquiert une partie de la dureté et de l'élasticité que cette préparation communique à l'acier. Il a du corps et il résiste mieux que le fer mou aux usages auxquels on le destine. Sa cassure conserve des rebords; elle offre des petites facettes bleues, ou de couleur terne, ou de larges fibres; cette sous-variété du fer est peu carbonée; on attribue au graphite qu'il contient ses propriétés distinctives; l'effusion d'acide nitrique le tache en gris. Le fer *dur* se fond un peu moins difficilement que le fer mou et déchète moins; son oxydation à l'air est plus lente. On peut le regarder comme un intermédiaire entre le fer mou et l'acier. »

Les distinctions suivantes nous paraissant de nature à intéresser nos lecteurs, nous continuons à emprunter.

Du fer cassant à froid.

« Ce qui distingue du fer doux le fer aigre, cassant à froid, c'est qu'il casse net quand il est frappé à faux. Il est certains

fers tellement défectueux sous ce rapport, que les barres qu'on laisse tomber se cassent en plusieurs morceaux.

» La cassure de cette sorte de fer paraît être composée de lames plus ou moins grandes qui passent visiblement à la texture grenue; les grains en sont gros et brillants; leur couleur est blanche et celle des lames, bleuâtre.

» Quand on forge ce fer, les grains et les lames diminuent un peu; si on le trempe, ils augmentent. Plus les lames et les grains sont considérables, plus le fer est cassant.

» A chaud, ce fer est très-tendre, et il se forge même plus facilement que le mou. On s'en sert assez ordinairement dans la confection de certaines pièces qui offrent des difficultés à être forgées, telles que verges cylindriques, clous, etc. On en trouve beaucoup dans le commerce; la facilité de son travail et l'abondance des minerais d'où on l'extrait rendent raison de ceci.

» Le fer cassant est moins oxydable que le fer doux; il est plus pesant ; sa densité est, d'après Bergmann 7,791 pour le fer aigre des forges de Braas, tandis que le fer ductile des mêmes forges n'est que de 7,751. Le fer cassant se fond à une température moindre que celle nécessaire pour la fusion du fer doux. L'acide nitrique le tache en noir; il est moins fortement magnétisé par influence, mais il conserve mieux le magnétisme qu'il a reçu. »

Du fer brisant à chaud.

» On appelle *rouverins* ou *fers brisant à chaud*, ceux qu'on a peine à forger, lorsqu'ils sont chauffés au rouge. Ceux-là se gercent aussi sous l'effort des machines comprimantes.

» On observe deux sortes de défauts dans ces fers. Le premier de ces défauts c'est qu'ils sont exposés à se briser, à se

pulvériser même, lorsqu'on les forge à une certaine température; tandis que, *si cette température est encore plus élevée, ou bien si elle n'a pas atteint celle à laquelle le brisant se manifeste, on peut les comprimer et les malléer parfaitement;* c'est ce qui leur a fait donner, par les ouvriers, le nom de *fers de couleur,* parce que pour pouvoir les travailler, il faut être attentif à celle que leur communique le degré de température. La seconde défectuosité consiste en ce qu'on ne peut les plier sans qu'ils ne rompent, ou ne se brisent à l'endroit du pli. Ce défaut devient encore plus sensible dans la perforation. Si l'on fait un trou à chaud dans une barre, le fer se brise à l'entour du trou.

» Quelquefois, ces fers se brisent à la première courbure qu'on veut leur donner; d'autres fois ils ne se brisent que lorsqu'on les redresse ou qu'on les courbe une seconde fois. Souvent aussi le défaut n'est que dans une partie de la barre, et plus loin on a un fer susceptible d'être bien forgé à chaud. Il importe de distinguer ces défectuosités accidentelles de celles qui tiennent à la nature générale du fer.

» Dans le commerce, il se trouve beaucoup moins de fers brisant à chaud, et surtout de fers de couleur que de fers cassant à froid; cela est tout simple, le fer affecté de ce vice à un trop haut degré, n'étant pas susceptible d'être forgé, ne peut guère être le produit d'une exploitation. On peut en général assez facilement reconnaître ce fer à l'inspection des barres. Les arêtes se crevassent et se couvrent de gerçures.

» Les caractères généraux du fer brisant à chaud, sont: d'être susceptible d'être forgé, plié à froid, et de se refuser à la même opération étant chauffé au rouge; d'être doux et liant à froid; de prendre sous la lime une couleur bleuâtre; d'avoir une cassure fibreuse, inégale, non compacte et de couleur claire; de lancer des étincelles rouges et grosses lorsqu'il a éprouvé une chaude suante ou lorsqu'il est fondu; d'exhaler

quelquefois une odeur de soufre ; d'être très-oxydable ; de se rouiller facilement à l'air, et de se dissoudre très-bien dans les acides ; d'être taché en gris par l'acide nitrique et de conserver une partie du magnétisme qu'il reçoit par influence. Cette espèce de fer est propre à la fabrication des objets très-résistants qui peuvent être travaillés à froid..... »

On a sans doute remarqué dans la citation qui précède, quelques-uns des caractères du fer déjà énoncés ; cela ne pouvait être autrement ; mais on y en a trouvé aussi d'autres dont l'existence était utile à faire connaître.

Pesanteur du fer.

On n'a encore aucune expérience décisive de faite sur la pesanteur relative du fer ; ce point importe d'ailleurs peu aux forgerons ; aussi, passerons-nous légèrement sur ce qui a rapport à cette partie de l'état physique du métal ; le tableau suivant servira à fixer les idées à cet égard (1).

Platine.	20,857	à	21,74
Or.	19,200	à	19,40
Mercure	13,575	à	13,613
Plomb.	11,352	à	11,358
Argent.	10,474	à	10,510
Cuivre.	8,788	à	8,878
Nickel.	8,279	à	9,000
Arsenic.	8,31		
Acier..	7,79		
Fer ductile.	7,30		
Fonte..	7,00		
Etain..	7,29	à	7,299
Zinc..	6,861	à	7,191

(1) Ces pesanteurs relatives varient un peu suivant les auteurs qu'on consulte.

Antimoine.	6,702		
Cobalt.	7,00		
Bismuth	9,67	à	9,822
Manganèse	6,85	à	8,013
Urane.	9,00		
Tellure.	6,115	à	6,343
Cadmium.	8,604	à	8,695
Molybdène.	7,50	à	8,060
Chrome.	5,90		
Titan.	5,30		
Scheel.	17,22	à	17,60
Palladium.	11,30	à	12,148
Rhodium.	11,00		
Iridium.	18,68		

Termes moyens des pesanteurs spécifiques des fers et de leurs poids absolus.

	Pesanteur spécifique.	Poids absolu du mètre cube.
Acier	7,700.	7,700 k.
Fer forgé.	7,600.	7,600
Fonte blanche. . .	7,500.	7,500
Fonte grise. . . .	7,000.	7,000

Tenacité du fer.

On appelle *tenacité* l'adhérence des parties constitutives entre elles. C'est l'adhérence qui s'oppose à la division, la séparation des molécules. C'est encore en vertu de la tenacité qu'un corps oppose une résistance au refoulement. Il y a d'ailleurs plusieurs manières d'éprouver le degré de tenacité d'un corps, et, pour nous faire comprendre de suite, choisissons un exemple. Si l'on veut connaître la tenacité d'un barreau de fer, il faudra essayer sa résistance par les divers moyens que nous avons de diviser ou même seulement de déplacer des molécules. Le premier qui se présente à l'esprit est le *refoulement:* on chargera ce barreau mis à plat jusqu'à ce qu'il

cède, se broie ou s'aplatisse sous le poids. Le second est l'*étirage :* ce barreau étant fixé par l'une des extrémités, on tirera l'autre jusqu'à ce qu'il se rompe; le troisième moyen sera de le *faire fléchir sur sa longueur,* en fixant une de ses extrémités et tirant l'autre hors de la perpendiculaire. Nous allons examiner successivement chacun de ces trois moyens d'épreuve.

Premier moyen. — Si l'on chargeait un barreau ou qu'on le soumît à une pression quelconque, dans l'intention de reconnaître la quotité du poids ou de la force comprimante nécessaire pour parvenir à le rompre, à l'aplatir, à l'écraser, on parviendrait difficilement à obtenir des résultats satisfaisants; parce que la longueur excédante des deux côtés de la pression donnerait de la force à l'endroit comprimé, en supportant de ces deux côtés les molécules comprimées; tandis que n'étant point supportés dans le sens de la largeur, le refoulement aurait certainement lieu de ce côté. On a donc dû d'abord rechercher la forme la plus convenable à donner au métal qui devait être soumis à l'épreuve. La forme parfaitement sphérique se présentait d'abord; mais la difficulté de l'obtenir a fait préférer le cube qui est d'ailleurs plus facile à charger. On a donc fait des cubes égaux de fer doux, de fer aigre, d'acier, de fonte blanche et de fonte grise.

La pression opérée sur le cube devait produire deux effets distincts selon la nature de la matière dont il était composé. Si elle était aigre il devait se broyer; si elle était douce et malléable il devait se refouler, s'étendre. Dans le premier cas, celui du broiement, la division complète est opérée et là s'arrête le but de l'expérience; on ne l'a pas, à notre connaissance, poussée plus loin, quoiqu'il serait curieux cependant de connaître quelle serait la force de cette poussière de fer, ou du fer aplati. Dans le second cas, l'effet de la pression, le refoulement peut avoir lieu dans trois circonstances différen-

tes : 1° si la matière est simplement malléable, sans être élastique, le plomb, par exemple, le refoulement aura lieu, le cube s'aplatira ; mais les parties constitutives resteront unies entre elles, et il résultera de l'opération un corps plus ou moins aplati, selon la puissance de la pression, et qui restera sous cette nouvelle forme lors même qu'aura cessé l'effort qui la lui a donnée ; 2° si la matière est élastique, l'aplatissement aura également lieu sous la pression ; mais lorsqu'elle aura cessé, le cube reprendra sa forme, ou une partie de sa forme, si la matière est en même temps malléable et élastique ; 3° si le corps, au lieu d'affecter la forme d'un cube, est un parallélipipède prolongé, ou un cylindre, dont la hauteur soit plus considérable que le diamètre de la base, la pression le fera ployer ; s'il est aigre, il se rompra ; s'il est malléable sans être élastique, il se courbera ; s'il est élastique, il se courbera, mais reprendra sa première forme ; s'il est élastique et malléable, il prendra une courbure moyenne en rapport avec son degré d'élasticité et sa malléabilité.

Or, il importe au forgeron de connaître ces diverses propriétés du fer, de l'acier et de la fonte. S'il est appelé à poser des supports qui doivent supporter de grandes charges, des charges susceptibles d'être évaluées, des poteaux par exemple, il faut qu'il puisse estimer quelle sera la grosseur que ces poteaux devront avoir, afin de ne les point faire trop menus ; ce qui serait un vice de construction ; afin de ne pas les faire trop gros, ce qui serait contraire aux principes de l'économie. Vainement, dira-t-il, je ne risque rien de faire trop gros, c'est un mauvais raisonnement ; comment pourra-t-il savoir ce qui est trop gros. S'il peut décider de ce qui est nécessaire, il pourra déterminer à volonté le superflu qu'il voudra donner à ses barreaux, si la prudence et le désir de satisfaire l'œil le lui conseillent. Une chose aussi importante ne peut être laissée à l'arbitraire ; il faut une règle, et cette règle ne peut être

établie que par le calcul, qui, lui-même, ne peut être basé que sur l'expérience. Il en est de même dans toute autre partie de l'art; comment estimer la force des montants d'une presse, celle d'un support quelconque, etc. Nous pensons donc faire une chose utile, en répandant parmi les ouvriers la connaissance des expériences qui ont été faites à cet égard et qui ne sont, malheureusement, pas assez souvent mises sous leurs yeux. Nous allons d'abord rapporter tout ce qui concerne la compression du fer.

Le raccourcissement d'une barre de fonte n'est pas, suivant les expériences de M. Pictet, en proportion avec la puissance qui la comprime; il est un peu plus grand que le calcul l'indique. Ces expériences prouvent, en outre, que le raccourcissement a déjà lieu sous des pressions très-faibles: une barre de fer comprimée par un poids de 126 kilog. perdit 0,000022 de la longueur et resta raccourcie de 0,0000023 après que les poids furent retirés. D'une autre part, MM. Tredgold et Duleau trouvèrent qu'un barreau de fonte se raccourcissait de 0,0008306 sous une pression de 10 kilog. 79 par millimètre carré.

Les expériences de M. Rondelet font connaître le point où le fer ductile commence à se comprimer:

DIMENSIONS des cubes et cylindres de fer ductile.		millimètres.	CHARGES qui ont fait céder les barres, évaluées par millimètre carré.	
Cube de		13,50	48 kil.	77
— de		18	49	06
— de		23,69	49	92
— de		27,05	49	25
Cylindre	hauteur	27,07	50	02
	diamètre	27,07		
Cylindre	hauteur	18,05	49	54
	diamètre	18,05		
Cylindre	hauteur	13,53	49	06
	diamètre	13,53		

Il n'est pas constaté si le fer reprenait sa longueur après l'enlèvement des poids; ce qui serait pourtant très-digne de remarque, car trois circonstances se rencontrent dans ces sortes d'expériences: 1° lorsque le poids est assez fort pour faire fléchir le fer, mais insuffisant pour déplacer ses molécules : c'est le cas où, la pression cessant, le métal reprend son état primitif; 2° lorsque le poids est assez considérable pour déranger l'ordre d'une partie des molécules, mais pas assez fort pour les fixer dans le nouvel ordre résultant de la pression : c'est le cas où le métal comprimé reprend, lorsque la pression a cessé, une longueur plus grande que celle qu'il avait pendant que durait la pression ; mais moins grande que celle qu'il avait avant d'y être soumis ; 3° enfin, lorsque le métal est entièrement aplati et écrasé sous l'effort de la pression. N'ayant jamais fait ces expériences par nous-même, nous sommes contraint d'en prendre les résultats dans les auteurs qui ont traité de cette matière ; nos lecteurs devront les prendre telles qu'elles sont, c'est déjà beaucoup qu'elles aient été faites. Telles qu'elles sont, les ouvriers pourront tirer de leur ensemble les résolutions de la presque totalité des questions qui se présenteront dans la pratique.

M. Rennie a enlevé les cubes qu'il a soumis à ses essais dans le milieu d'une barre de fonte douce, en voici le résultat :

Cube de millimètres.	Pesanteur spécifique.	Poids pour les écraser par millim. carré de la surface.
3,17	7,033	65,27 k.
3,17	7,033	63,56
3,17	7,033	65

Ces trois cubes étaient pris dans une même barre ; ils ont cédé sous des pressions peu différentes, il est vrai, mais enfin, différentes ; ce qui fait voir que, dans ces sortes d'essais, on ne peut prendre que des termes moyens. On va remarquer

une différence plus tranchée dans les deux expériences suivantes; les morceaux étaient pris dans une autre barre de même grosseur, mais dont la hauteur était plus considérable :

Longueur et largeur. millim.	Hauteur.	Pesanteur spécifique.	Poids pour écraser par millim. carré de surface.
3,17	9,52	6,977	84,23 k.
3,17	9,52	6,977	103,69
	Dans une autre barre.		
3,17	9,52	6,977	106,07
3,17	12,70	6,977	90,00
3,17	15,87	6,977	63,16
3,17	19,05	6,977	78,24
3,17	22,22	6,977	71,55
3,17	25,40	6,977	64,69
	Cube, même barre.		
6,35		6,977	118,54
6,35		6,977	107,71
6,35		6,977	111,31
6,35		6,977	101,24
	Cube d'une barre coulée horizontale.		
6,35		7,113	117,09
6,35		7,113	120,32
6,35		7,113	119,03
6,35		7,113	97,64
	Cube d'une barre coulée debout.		
6,35		7,074	142,15
6,35		7,074	122,90
6,35		7,074	124,45
6,35		7,074	110,49

Le même savant a continué ses expériences sur des fontes de Silésie; les cubes avaient 6 millimètres, limés et

tirés de barres de 19 millimètres d'équarissage; en voici le résultat:

Fonte de première fusion obtenue au coke, très-grise; brillante et à grains fins. La barre coulée horizontale, les cubes, ont été brisés par les poids ci-après évalués par millimètres carrés de la surface des cubes.

Ire *expérience.* 100,09 kilog. — II. 101,22. — III. 99,68. — La barre fondue verticale, IV. 104,76. — V. 102,54. — VI. 102,85. Dans ces six expériences faites sur des cubes pris dans la même barre, les poids ont offert des différences sensibles. Nous ferons remarquer que les barres coulées dans une position verticale ont offert et offriront, dans la plupart des expériences suivantes, une plus grande force de résistance. Nous ne saurions donner de raison plausible de cette différence, nos idées à cet égard n'offrant pas une clarté qui nous permette de les exposer, à moins qu'on ne veuille adopter l'opinion des écrivains qui ont pensé que, dans la position verticale, le poids de la matière en fusion ne produise sur la masse un effet de compression analogue à celui des premiers coups du marteau d'affinerie; opinion que nous ne serions pas éloigné d'admettre.

VIIe *expérience.* Même fonte, mais refondue dans un cubilot, — horizontale, 99,27. — VIII. 99,52. — IX. 98,27. — Verticale, X. 98,76. — XI. 97,78. — XII. 96,75.

XIIIe *expérience.* Même fonte, mais refondue dans un four à réverbère, — horizontale, 116,78. — XIV. 117,92. — XV. 119,39. — Verticale, XVI. 123,32. — XVII. 125,89. — XVIII. 121,87.

Dans ces dix-huit expériences, les cubes furent tous aplatis sans être réduits en poussière ou en petits fragments; mais les plaques qui en furent le résultat montrèrent peu de cohérence; l'aplatissement eut presque toujours lieu d'une manière subite, du moins la diminution de hauteur ne parut pas sensible avant les dernières charges.

XIX[e] *expérience*. Même fonte, puisée au haut fourneau et versée immédiatement dans des moules cubiques de 6 millimètres de côté. Elle avait blanchi par le refroidissement, — 146,64. — XX. 146,47. — XXI. 159,79. — XXII. 151,14. — XXIII. 147,52.

Dans ces cinq expériences, les cubes furent écrasés, réduits en poussière et fragments, avec explosion et dégagement de lumière.

XXIV[e] *expérience*. Même fonte refondue dans le cubilot et versée dans des moules cubiques de 6 millimètres de côté, — 126,12. — XXV. 127,78. — XXVI. 130,13. — XXVII. 116,47. — XXVIII. 121,87.

Dans ces cinq expériences l'explosion fut faible, il n'y eut point de dégagement de lumière; les fragments étaient plus larges et moins nombreux qu'ils ne le furent dans les cinq opérations précédentes :

XXIX[e] *expérience*. Même fonte refondue dans un four à réverbère et versée dans des moules cubiques de 6 millimètres de côté, — 182,64. — XXX. 177,94. — XXXI. 175,74. — XXXII. 181,24. — XXXIII. 181,87.

L'explosion était forte, mais on ne put apercevoir de lumière. Les morceaux montrèrent encore un peu de cohérence et ne furent pas lancés avec autant de force.

XXXIV[e] *expérience*, — fonte de Konigshütte, obtenue au coke, grise claire, blanchie par le refroidissement. Les cubes ayant toujours 6 millimètres de côté. On ne dit point s'ils furent coulés ou extraits de barres; cependant l'indication *horizontale* peut faire présumer qu'ils avaient été obtenus par ce dernier moyen, — 135,55. — XXXV. 138,14. — XXXVI. 142,16. — XXXVII. 134,82. — XXXVIII. 136,76.

L'explosion et le dégagement de lumière étaient très-forts; presque tous les morceaux furent lancés au loin.

Il résulte de ces diverses expériences que les forgerons

feront bien de consulter attentivement, que, relativement au *refoulement*, la fonte offre plus de résistance que le fer forgé; que la fonte grise en offre moins que la blanche, et qu'en général les barres fondues dans une position verticale en ont davantage que celles coulées horizontalement. Musseuschenbrock pensait que, refoulé, le chêne offrait une résistance qui pouvait être évaluée à 10 kilog. 73 par millimètre carré; mais il paraît que cette force a été évaluée trop haut et que la résistance de la fonte peut être estimée être vingt-trois fois plus forte que celle du chêne. Il en résulte qu'un barreau de fonte d'une grosseur vingt-trois fois moindre que celle d'un poteau de chêne pourra lui être substitué sans inconvénient; qu'une barre verticale de fonte blanche sera le support le plus puissant de tous ceux qu'on pourrait employer. Nous pensons néanmoins que, vu la grande fragilité de cette sorte de fonte dépourvue de toute espèce d'élasticité et de malléabilité, il serait prudent de donner à ce support la forme d'une colonne renflée sur le milieu de la hauteur.

Quant à ce qui concerne l'acier, on a fait peu d'expériences sur son refoulement, ou du moins nous n'en avons point connaissance, tout porte à penser que la résistance de l'acier trempé doit être considérable: les poinçons soumis aux efforts des balanciers dans l'étampage des monnaies et médailles en sont la preuve; mais nous ne pouvons rien donner de positif à cet égard.

Deuxième moyen. — *Etirage.* — Dans cette seconde manière d'éprouver la tenacité du fer, qui consiste communément à suspendre une barre de ce métal à un point fixe et à charger l'extrémité inférieure par des poids accumulés jusqu'à ce que la force de cohésion de la matière soit vaincue, les expériences les plus variées ont été faites avec beaucoup de soin, par des savants de pays divers, dans des temps plus ou moins éloignés les uns des autres, sur des fers de nature absolument

différente, et sur les divers états dans lesquels il s'obtient : fer cru, fer ductile, acier. Mais, nous devons le dire, ces expériences offrent des résultats tellement différents entre eux, qu'il devient très-difficile d'en tirer une conclusion formelle. Nous allons cependant en rapporter quelques-unes.

Plusieurs expérimentateurs parmi lesquels on peut citer MM. Tredgold et Duleau, pensent que dans toutes les occasions où la puissance employée n'est pas tellement considérable qu'elle puisse changer la texture ou l'élasticité du métal, le degré de force pour *comprimer* est la mesure du degré de force à employer pour *étendre*, suivant une proportion déterminée. Cette opinion, appuyée sur des expériences, semblerait en partie combattue par le résultat des expériences faites par M. Pictet qui a constaté que le raccourcissement des barres n'est pas toujours en proportion exacte avec la puissance qui comprime, et qu'il est quelquefois plus fort que le calcul ne l'annonce.

La résistance du bon fer d'Angleterre est, d'après Tredgold, assez forte pour qu'une barre carrée, tirée par un poids de 12 kilog. 48 par millimètre carré de sa section transversale, ne subisse point de changement remarquable et que l'allongement soit de 1/1400 ou de 0,000714 de sa longueur primitive. M. Duleau annonce que le fer s'allonge de 0,0001 sous la traction d'un poids de 2 kilog. par millimètre carré de la section, et que l'allongement sera de 0,0003, si le poids est de 6 kilog. Ce qui, suivant lui, est la limite dans laquelle le métal conserve son élasticité; mais, suivant M. Tredgold, elle devrait être reculée beaucoup plus loin; des expériences ayant constaté que du bon fer peut supporter un allongement de 0,0009 et même 0,0012, sans perdre sa force élastique. Nous ne voyons pas qu'on ait fait mention, dans ces expériences, de la forme des barres, et cependant cette forme ainsi que la force peuvent amener des différences appréciables. Les expé-

riences qui suivent, dues à M. Telford, sont plus concluantes. Un cylindre de fer forgé de 304,76 millimètres de longueur et dont le diamètre était 50,79 millimètres de diamètre ou 2025,33 millimètres carrés de section, fut soumis aux épreuves suivantes :

I. Chargé de 45 tonneaux ou 22 kil. 54 par millimètre carré de la section, il s'allongea de. 0,0083

Le cylindre se retira de 0,0017 après qu'on eut enlevé les poids, de sorte qu'il conserva un allongement de 0,0066 (à peu près une ligne par pied).

II. Chargé de 50 tonneaux ou 25,04 par millim. carré de la section, il s'allongea de. . . . 0,0104

III. Chargé de 55 tonneaux ou 27,55 par millim. carré de la section, il s'allongea de. . . . 0,0208

IV. Chargé de 60 tonneaux ou 30,05 par millim. carré de la section, il s'allongea de. . . . 0,0216

L'effet fut le même que dans la 1re expérience.

V. Chargé de 70 tonneaux ou 35,06 par millim. carré de la section, il s'allongea de. . . . 0,0312

Le cylindre ne se retira plus après que les poids furent enlevés.

VI. Chargé de 75 tonneaux ou 37,57 par millim. carré de la section, il s'allongea de.. . . . 0,045

VII. Chargé de 80 tonneaux ou 40,12 par millim. carré de la section, il s'allongea de. . . . 0,062

Le diamètre avait diminué de 0,218 millimètres.

VIII. Chargé de 85 tonneaux ou 42,58 par millim. carré de la section, il s'allongea de. . . . 0,072

IX. Chargé de 90 tonneaux ou 45,08 par millim. carré de la section, il s'allongea de. . . . 0,084

X. Chargé de 95 tonneaux ou 47,58 par millim. carré de la section, il s'allongea de. . . . 0,112

XI. Chargé de 100 tonneaux ou 50,09 par millim. carré de la section, il s'allongea de. . . . 0,183

Le cylindre se rompit, le diamètre ayant diminué d'un quart.

M. Telford continua ses expériences sur une barre carrée de 25,3967 millimètres d'équarissage (1 pouce anglais) longue de 304,762 millimètres (1 pied anglais), elle fut chargée :

I. De 18 tonneaux, ou 28,32 kilog. par millimètre carré de la section, extension 0,0208 millimètres ou 1/4 de pouce anglais.

II. De 21 tonneaux, ou 33,04 kilog. par millimètre carré de la section, extension 0,0416 millimètres ou 1/2 de pouce anglais.

III. De 23 tonneaux, ou 36,19 kilog. par millimètre carré de la section, extension 0,0620 millimètres ou 3/4 de pouce anglais.

IV. De 25 tonneaux, ou 39,34 kilog. par millimètre carré de la section, extension 0,0840 millimètre ou 1 pouce.

Mais l'*extensibilité* du fer ne suit point une règle constante, et l'on s'exposerait à de graves erreurs si l'on faisait une proportionnelle en prenant ces expériences pour point de départ; les fers réduits en fils ont une plus grande force relative de résistance que les gros fils. Les expériences faites par MM. Seguin et Dufour, jettent le plus grand jour sur cette partie ; mais elles sont trop nombreuses pour que nous puissions entreprendre de les rapporter ici; il suffira de faire connaître leurs principaux résultats.

Les fils minces et non recuits s'allongent moins facilement que les gros fils recuits. L'allongement ne commence à devenir appréciable qu'aux deux tiers de la charge nécessaire pour opérer la rupture ; il est presque nul à la moitié de cette charge et encore très-faible entre les deux tiers et les trois

quarts. Au 1/9 de ce poids, il est de 1/200 de la longueur totale; une augmentation brusque du poids détermine la rupture à une extension moindre qu'elle n'aurait été si ce poids avait été augmenté petit à petit.

Il paraît qu'une fois l'effet de la charge produit par les 9/10 du poids nécessaire pour la rupture, il faut une augmentation de charge pour changer cet effet qui reste longtemps stationnaire. Un fil ainsi chargé est resté seize heures dans cet état, sans que cette prolongation de traction ait rien changé à l'effet obtenu dès l'abord. Soumis à cette épreuve pendant un autre laps de vingt heures, il ne s'y manifesta non plus aucun changement. Une fois étiré et prêt à se rompre, un fil ne s'allongera plus, quoique soumis à la même charge et même à une charge approchant de celle nécessaire pour le rompre, si toutefois on ne l'a pas fait recuire; car, dans ce cas, il reprend toute son extensibilité, et il peut s'étendre de 0,15 de la longueur première.

Tenacité de diverses espèces de fers. — Expériences de MUSSENSCHENBROCK. — *Barres carrées de* 2,61 *millimètres de côté, section transversale* 6,84 *millim.*

Fers.	Poids qui a déterminé la rupture par millimètre carré de la section.
Ronda (Andalousie)	54,786
—	54,786
Suède	59,580
—	52,047
—	51,362
—	45,883
Osmunde	51,362
—	46,568
—	45,883
Allemagne	62,319
—	41,089

Fers.	Poids qui a déterminé la rupture par millimètre carré de la section.
Allemagne.	57,525
—	47,938
—	46,568
—	47,253
—	45,883
—	45,883
Liége.	55,471
—	51,362
—	41,774

Terme moyen, 50,266

Expériences de* Soufflot. — *Fers de France.* — *Barres de* 0^m65 *(2 pieds) de longueur.

Largeur.	Épaisseur.	Section.	Poids qui a déterminé la rupture par millim. carré de la section.	OBSERVATIONS.
mill. 6,01	5,07	30	56,75	Cassure parfaitement nerveuse, la barre allongée de 42 millim.
6,01	4,51	27	60,85	Cassure nerveuse.
13,53	5,64	76	39,48	Nerf et un peu de grains.
11,28	5 64	64	37,51	2/3 nerf, 1/3 grains.
12,41	6,77	84	32,20	Plus de moitié nerf.
13,53	6,77	92	83,36	Tout nerf.
13,53	6,77	92	41,68	1/3 de grains.
13,53	6,77	92	31,26	Plus de moitié grains.
6,77	4,51	30	58,29	Nerf et un peu de grains.
Fer rond	diamètre 6,77	37	89,78	Tout nerf, la tringle s'allongea de 28 millimètres.

Terme moyen des 10 expériences : 53,11

Suite des expériences sur fers carrés de qualité inférieure.

Largeur.	Epaisseur.	Section.	POIDS qui a déterminé la rupture par millim. carré de la section.	OBSERVATIONS.
9,00	9,00	81	17,99	Gros grain.
9,00	9,00	81	23,95	Grain moyen.
9,00	9,00	81	35.11	Grain fin.
9,00	9,00	81	43,28	Les barres qui ont donné ce résultat, terme moyen, étaient étirées d'un fer de grain moyen devenu nerveux à la forge.
9,00	9,00	81	62,04	Tout nerf, même préparation.
9,00	9,00	81	35,11	Fer à gros grain devenu demi nerveux à la forge.
Terme moyen des 16 expériences : 46,79				

Expériences de RENNIE.

Barres carrées de 1,^{m}5238 de longueur sur 4 millimètres 3 d'épaisseur.

Du fer anglais forgé au marteau s'est rompu sous la charge de 39 kilog. 2 par millimètre carré de la section.

Du fer de Suède ne se rompit que sous la charge de 50 kilog. 3 par millimètre carré de la section.

Dans les expériences suivantes, dues à M. *Telford*, les barres en tringles avaient entre 0,^{m}677 (environ 2 pieds 1 pouce) et 3,^{m}578 (11 pieds 3 lignes) de longueur.

LARGEUR. — milli-mètres.	ÉPAISSEUR. — milli-mètres.	AIRE de la section primitive. — millimèt. carrés.	AIRE de la section réduite par l'allongemt — millimèt. carrés.	POIDS qui ont déterminé la rupture par millimètre carré. de la section primitive.	de la section réduite.	ALLONGEMENT des barres.	OBSERVATIONS.
	diamètre	958	641	46 k. 15	68 k. 95	0.154	Fer du pays de Galles.
diamètre	38.09	1140	791	46 98	67 65	0.118	Idem.
19.05	19.05	363	252	42 77	66 82	0.706	Fer du Staffordshire.
27.51	27.51	757	403	43 32	81 35	0.218	Idem.
25.4	25.4	645	»	45 63	»	0.198	Fer du pays de Galles.
25.4	25.4	645	»	45 63	»	»	Fer de Suède: la barre avait un défaut.
25.4	25.4	645	»	45 63	»	»	Vieux fer corroyé.
25.4	25.4	645	»	48 78	»	»	Fer du Staffordshire.
diamètre	50.79	2026	825	50 08	88 90	0.183	Fer ordinaire : le chargement se fit avec beaucoup de lenteur.

Ces poids, suivant l'observation de M. Barlow qui rapporte ces expériences, sont probablement trop forts, ayant à vaincre et la résistance du fer et les frottements de la presse hydraulique par le moyen de laquelle on opérait la pression.

Expériences de BROWN.

Les barres avaient 1066 millimètres de longueur.

33.33	33.33	1111	728	37	44	57	10	0.004	Fer de Suède : la cassure était à grains fins d'une coul. blanc. grisâtre; il n'y eut point de chal. développée à la rupture.
33.33	33.33	1111	728	36	31	55	42	0.005	Fer de Suède, de la barre nº 1; les grains étaient fins et entremêlés de quelques fibres; il n'y eut point de chaleur développée ; sa couleur était semblable à celle du nº 1er.
30.16	30.16	910	494	37	38	68	84	0.071	Fer de Suède d'une autre espèce, très-doux : cassure fibreuse d'une couleur blanche argentine ; la barre s'est fortement échauffée à la rupture.
diamètre	33.34	873	507	41	97	72	31	0.053	Fer de Russie marqué C C N : la cassure était unie et nette comme si le fer eût été coupé à la tranche : on ne voyait ni fibre ni grain.
31.75	31.75	1008	728	38	31	53	08	0.047	Fer du pays de Galles : il se manifesta beaucoup de chaleur à l'endroit de la rupture ; la cassure était fibreuse, mais d'une couleur moins claire que celle des fers de Suède et de Russie.
28.57	28.57	816	728	38	53	43	22	»	Fer du pays de Galles: la cassure semblable à celle de l'acier ne montrait aucune disposition fibreuse.

Expériences de M. Séguin.

	Poids qui ont déterminé la rupture par mill. carré.
Fer de Bourgogne, 32 millim. sur 27. (Cassure composée de facettes brillantes et régulières d'environ 2 millim. de côté)	20,23 k.
Carillon de Bourgogne, 13 sur 13. (Cassure grain fin et régulier.)	30,45
Carillon de Bourgogne, 10,15 sur 10,15. (La barre nº 2 avait été coupée dans le milieu et soudée en sifflet ; étirée ensuite à 10,15, on l'a laissée refroidir lentement, elle s'est allongée de 0,054.	55,20
Carillon de Bourgogne, 4,5 sur 4,5. (La barre nº 2, coupée dans le milieu avait été étirée en 5 chaudes faibles à très-petits coups de marteau; mise aux dimensions de 4,5 millim. et refroidie lentement sans aucun recuit, elle s'est allongée de 0,004.)	61
Carillon de Bourgogne, 13,3 sur 13,3. (La barre nº 2 avait été coupée au milieu, soudée bout à bout et refroidie lentement, sans être étirée, l'allongement fut de 0,0025.)	29,70
Carillon de Bourgogne, 13,5 sur 13,5. (La barre nº 2 avait été chauffée au blanc soudant et refroidie lentement sans être étirée, l'allongement fut de 0,002.)	29,70
Ruban de Bourgogne, 20,3 sur 1,7. (Fer très-doux, cassure fibreuse, allongement 0,015. .)	44,70

Expériences de M. Brunel.

Fer du Yorkshire mis sous le marteau à la dimension de 9,52, sur 9,52, les poids qui ont déterminé la rupture dans

les 19 premières expériences par millimètre carré de la section sont en kilogr.

46,82	44,31	57,27	50,13
50,28	49,66	50,53	46,51
53,72	50,46	52,13	49,74
54,37	44,19	48,93	48,24
44,31	53,18	48,95	

Dans les six expériences suivantes, les barres avaient 12,7 sur 12,7.

Les poids qui ont déterminé la rupture sont : 48,77 — 48,90 — 49,60 — 50,68 — 51,46 — 47,16.

Terme moyen des 25 expériences, 49,70.

Il serait inutile de pousser plus loin la revue des expériences qui ont été faites sur ce sujet intéressant ; on n'y trouve que des rapports peu concordants entre eux : il ne pouvait guère en arriver autrement. Tous ceux qui travaillent le fer savent combien est grande la variété des espèces : rarement deux barres sont absolument pareilles, et le même barreau offre souvent des dissemblances frappantes. La forme, d'une autre part, apporte aussi des modifications, la manière dont il a été traité, le nombre de fois qu'il a passé au feu, tout cela doit entrer en ligne de compte ; et il est hors de doute que des barreaux tirés du même minerai peuvent offrir, selon la manière dont ils auront été manipulés lors de la fabrication, des différences tellement frappantes qu'ils paraîtront provenir, non-seulement de mines distinctes, mais même de pays très-éloignés les uns des autres. Cependant, en supposant le fer le plus pur possible, on peut, en adoptant les termes moyens que nous venons de rapporter, se faire une idée assez juste de la résistance du fer ; sauf, lorsque des cas particuliers se présenteront, à recourir aux tableaux ci-dessus rapportés.

Barres carrées de 26 millim.	40 kilog.	par millim. carré.	
— 13	50	—	
— 6,5	60 à 68	—	

Quant aux fils-de-fer non recuits, leur force est bien supérieure, mais sort de ligne, parce que le fer, en passant par les filières, acquiert beaucoup de nerf; certains fils ont été chargés par MM. Séguin et Dufour de 89 kilog. par millimètre carré, sans que cette charge énorme ait déterminé leur rupture.

Fonte.

On n'a pas fait d'expériences sur la tenacité de la fonte blanche, tout porte à croire qu'elle est très-faible, celle de la fonte grise a été éprouvée. On a remarqué que ce métal se comporte tout autrement que le fer forgé, relativement à la grosseur des barres, qui résistent d'autant qu'elles sont grosses, les menues passant plus aisément à l'état de fonte blanche.

Nous ne rapporterons pas toutes les expériences faites à l'effet de constater cette force. Elles diffèrent dans les résultats, et il ne pouvait en être autrement, le métal n'étant pas homogène et étant sujet aux soufflures, aux gerces et autres effets de la fusion. Le terme moyen de toutes les expériences peut être évalué de 13 kilog. 60 à 13 kilog. 70 par millimètre carré de la section pour les meilleures fontes. Les résistances ont été entre 10 kilog., pour le chiffre le plus faible et 15,43 pour le plus fort, par millimètre carré de la section.

Acier.

Encore même difficulté pour déterminer la force de résistance de l'acier à la force de traction, et de plus, celle résultant des différences de la trempe qui influe beaucoup sur l'effet produit. Un acier trempé dans toute sa force, dépouille blanche, ne résiste pas autant que l'acier non trempé; mais l'acier trempé et convenablement revenu acquiert une force tellement considérable, qu'elle n'est plus en rapport avec celle de l'acier non trempé ou de l'acier trempé dans toute sa force. Les expériences de Mussenschenbrock viennent à l'appui de ce qui

précède : les barres soumises aux tractions avaient 2,6 millimètres d'épaisseur et de largeur :

Acier ordinaire non trempé, s'est rompu sous un poids	73,96 k.	par mill. carré.
Acier de moyenne qualité non trempé	84,92	—
— très-bon, non trempé. . . .	81,49	—
— très-bon, trempé et non revenu	76,70	—
— très-bon, trempé et faiblement revenu.	102,72	—
Acier très-bon, trempé et plus fortement revenu.	92,45	—

M. Rennie a, de son côté, fait des expériences sur des barres de 152 millimètres de longueur sur 6,35 millimètres épaisseur et largeur. Les résultats ont été les suivants:

Acier fondu étiré sous le marteau, s'est rompu sous	93,70	kilog. de traction par mill. carré.
Acier fondu de cémentation étiré sous le marteau.	92,93	
Acier de forge étiré.	89,07	

On ne peut savoir si ces barres étaient ou non trempées; mais il est probable qu'elles ne l'étaient pas, car alors il aurait été fait mention de cette circonstance importante. Quoi qu'il en soit, il résulte de ces expériences que la tenacité de l'acier est beaucoup plus grande que celle du fer ductile, et qu'elle s'accroît aussi au fur et à mesure de la ténuité des barreaux soumis aux épreuves.

Il résulte de ce second moyen d'éprouver la tenacité du fer, que le forgeron devra le préférer toutes les fois qu'il s'agira de l'employer pour suspensoirs, étriers, et qu'il pourra calculer la force à donner à ces objets, eu égard à la pesanteur des charges.

Troisième moyen d'épreuve.— Flexion.— Les forces agissant dans une direction forment angle avec celle du barreau.

Cette épreuve se fait de deux manières : 1° en posant une barre sur deux supports plus ou moins éloignés l'un de l'autre, et en appuyant entre ces deux supports jusqu'à ce que la barre cède et se rompe ; 2° en fixant invariablement la barre par une de ses extrémités et en chargeant l'autre extrémité jusqu'à ce que la rupture ait lieu. Dans l'un et l'autre de ces modes d'essai, il se fait en même temps un *refoulement* et un *allongement*, et la brisure ne peut avoir lieu que par la combinaison des deux premiers effets qui font l'objet des expériences que nous venons de rapporter. Si la barre appuie sur deux supports, le refoulement aura lieu en dessus, et l'allongement, en dessous. Si elle est tenue seulement par une de ses extrémités l'allongement sera en dessus et le refoulement en dessous. Si un barreau de fonte blanche est soumis à cette épreuve, il n'y aura que peu de refoulement, il pourra même se faire qu'il n'y en ait point du tout ; il en sera à peu près de même de l'acier trempé très-dur et non revenu. La fonte blanche résiste, ainsi qu'on l'a vu plus haut, plus que le meilleur fer, à la compression, mais est de tous les modes d'être du métal celui qui oppose le moins de force relativement à l'extensibilité. Il s'ensuit que la fracture aura lieu immédiatement, sans flexion et sans refoulement sensible. La fonte grise se comporte différemment, cependant elle devra se rompre également presque instantanément, puisqu'elle est très-résistante à la compression, et qu'elle n'est point pourvue d'une grande force d'adhérence.

Quant aux fers doux, les deux effets se balançant presque, ou du moins se rapprochant beaucoup, la rupture ne pourra avoir lieu qu'après la production des effets dont nous venons de parler. On a pensé que, connaissant la force nécessaire pour comprimer et celle nécessaire pour étendre jusqu'à rupture, il était facile de déduire de ces deux points connus la somme de la force nécessaire pour opérer la flexion et la rupture, et

qu'une formule pourrait déterminer cette somme. Les calculs de plusieurs auteurs se sont trouvés être en contradiction les uns avec les autres, et en y réfléchissant un peu, on concevra qu'il ne pouvait guère en être autrement. La densité du métal n'est point la même dans toute la barre ; ce métal, au centre, est moins serré, moins nerveux que celui qui se trouve vers les surfaces extérieures; plus le fer est gros, moins il offre relativement de résistance. Lors des épreuves, les différences résultant de ces divers états du fer sont très-difficiles à apprécier, car, dans certains fers, la couche de fer serré qui enveloppe le fer d'un tissu plus lâche est plus ou moins épaisse ; elle l'est plus d'un côté que de l'autre dans le même barreau, et il pourrait arriver qu'un barreau ayant cédé sous tel poids, en supporterait un plus considérable ou un moindre, s'il était seulement retourné. Ces différences seraient à la vérité peu sensibles, mais nous croyons qu'elles existeraient et qu'il résulterait de ce que nous venons d'exposer, ainsi que d'autres objections qu'on pourrait faire, qu'il sera très-difficile, sinon impossible, de fixer, par un chiffre, quelle est, dans ce cas, la résistance du fer.

Nous ne nous sommes pas contenté de consulter attentivement les ouvrages connus de tout le monde, nous avons cherché dans les mémoires publiés à diverses reprises soit par des savants, soit par des sociétés savantes; nous n'avons rien trouvé, en fait d'expériences, qui pût éclairer notre opinion sur cette matière délicate. Texier de Norbeck a fait des expériences : les barres soumises à l'épreuve avaient 54 millimètres de largeur ; elles étaient placées sur des supports espacés de 40 millimètres 6. Un plateau était suspendu au milieu des barres, entre les supports, c'était dans ce plateau qu'on déposait les poids. Nous donnons le résultat de ces expériences.

Fer forgé.

Largeur de la barre.	Epaisseur.	Charge qui fit rompre.
1.17 millim.	2.25	103.28 kilogr.
2.25	2.25	284.40
4.51	3.35	896.58
4.51	4.51	1092.08
6.77	3.35	1434.74
6.77	6.77	2022.15
9.02	6.77	2905.26
9.02	9.02	5671.90

Il faut faire attention que le fer était soutenu par deux supports; s'il avait été maintenu seulement par l'une de ses extrémités, des poids moitié moindres auraient occasioné la rupture à un éloignement de 20 millim. 3 du support.

Les expériences de Tredgold sont d'une autre nature et diffèrent dans leurs résultats; elles ont eu lieu sur des fontes. Les barres étaient retenues par une de leurs extrémités et les poids étaient suspendus à l'extrémité libre; toutes, mises au même équarissage, avaient 34 millim. de largeur sur 17 mill. d'épaisseur; il y avait 609 millim. de longueur entre le support et le point de suspension, circonstance importante à remarquer. Il obtint les résultats suivants:

Poids qui ont fait rompre les barres.

1° 83k,40, fonte gris foncé, un peu malléable et très-douce, grain fin, très-dense et très-brillante.

2° 78 ,87, dure à la lime, un peu malléable, de même nature que la première, mélangée avec du vieux fer, couleur plus claire, grain fin, cassure unie.

3° 78 ,41, grise, plus claire que le n° 1, moins brillante, plus dure à la lime.

4° 76 ,14, obtenue par fusion de vieux fers, très-dure, très-

Poids qui ont fait rompre les barres.

aigre, gris clair, peu brillante, grains fins non homogènes, rupture en plusieurs éclats.

5° 69k,35, fonte se rapprochant du n° 1, un peu plus dure et moins malléable, cassure à peu près semblable.

Quant aux expériences faites par Banks, Dufour, Garneron, Rondelet, Rennie, elles ne présentent point de résultats assez concordants pour que nous les rapportions; elles ajouteraient encore à l'incertitude que nos lecteurs éprouveront, lorsqu'ils voudront arriver à des données fixes et chiffrées; incertitude qui nous a arrêté nous-même dans nos calculs. Nous ne pouvons donc rien leur dire qui approche d'une manière satisfaisante du terme moyen à déterminer, et nous en sommes d'autant plus fâché, qu'il se rencontre souvent dans la pratique des occasions dans lesquelles il serait utile d'avoir une donnée certaine, ou du moins très-approximative de la force du métal dans cette troisième position.

Mais, si le temps et les occasions nous ont manqué pour faire les expériences nécessaires, si nous éprouvons le regret de ne pouvoir rien donner de satisfaisant à cet égard, tâchons de nous en dédommager en éclairant par quelques avis la marche des expérimentateurs, qui pourront rendre aux arts métallurgiques le service de continuer ces expériences intéressantes.

En supposant qu'on agisse d'abord sur le fer,

Il serait convenable, quant à la matière : 1° de choisir des fers de la nature la plus répandue dans le commerce; 2° de prendre une barre forgée, de grosseur déterminée et de faire à la lime, ou en la burinant, une barre de même calibre, extraite d'une barre beaucoup plus forte; par ce moyen, on constaterait la différence de force qui est le résultat du refoulement extérieur du fer; et ce résultat n'est pas à dédaigner dans beaucoup de circonstances. C'est la lime, le burin

ou le crochet, qui mettent les pièces de grosseur, et si le calcul de cette grosseur a été fait sur du fer forgé, il pourra résulter de graves erreurs dans l'application ; 3° de faire les essais sur des fers étirés, très-nerveux, ayant et n'ayant pas été chauffés jusqu'au rouge.

Il faudra faire les expériences dans les deux cas prévus ci-dessus, en ayant soin, dans le premier cas, de rapprocher autant que possible les deux supports ; et dans le second, de faire saillir autant peu que possible l'extrémité libre à laquelle seront attachés les poids. Dans l'un et l'autre cas, il faudra éviter que les supports fassent couteau, ou même présentent des angles vifs et coupants, parce qu'on a remarqué que la moindre coupure faite à un barreau, lui ôte beaucoup plus de force que le calcul de la partie coupée ne le ferait présumer, et constater avec soin l'espace compris entre le point de résistance et celui de pression, si l'on ne peut faire en sorte qu'il n'y ait pas d'espace entre eux.

Dans le cas où il y aurait un long espace entre le support et l'endroit où la force opérera, il serait utile de constater à quel poids la flexion commence; sous quel poids le fer conserve son élasticité, sous quel poids la barre est faussée, sous quel poids elle se rompt; ces quatre effets seraient intéressants à connaître.

Il serait bien d'éprouver du fer sur plat et sur champ, et de constater les différences de force.

Il faudrait dire combien de temps les poids ont mis à produire leur effet, ainsi que plusieurs l'ont fait, et de consigner les circonstances particulières, telles que l'allongement, le dégagement de chaleur, etc.

Les mêmes essais devraient être tentés sur de l'acier trempé et non trempé et sur des fontes grises et blanches de diverses sortes, et aussi sur des tubes et fers creux carrés.

Nous donnons ici à nos lecteurs, sans le leur présenter comme un document digne de toute leur confiance, le tableau ci-après, extrait de journaux anglais; les faits qui y sont constatés, sont assez curieux à connaître; et si rien n'en assure l'exactitude, rien aussi ne tend à établir qu'ils ne soient pas le résultat d'expériences bien faites; ils pourront donc les regarder comme constants jusqu'à preuve contraire.

Force comparative des poids que peuvent supporter divers corps. — Les expériences ont été faites sur 0m 027 (1 pouce) cubes de matière; il a fallu les poids suivants pour les broyer ou les aplatir, selon leur nature.

Fer.... 76 k. 40, — airain 35, 5, — buis, if et prunier 8,850, — chêne 8,580, — orme, frêne, hêtre 6, 07, — noyer 5,36, — sapin rouge, houx, aulne, bouleau, saule 4,29, — pierre de taille 9,14.

Longueur nécessaire pour que les corps ci-après rompent sous leur propre poids. — Acier fondu 39,445 pieds, — fer de Suède 19,740, — fer d'Angleterre 16,938, — fonte de fer 6,110, — cuivre jaune 5,180, — étain 1,496, — plomb 384, — bonnes cordes de chanvre 18,790.

On conçoit que nous donnons ces résultats, comme simples documents, pouvant satisfaire la curiosité; ils sont trop incomplets et rapportés trop peu authentiquement, pour que nous puissions penser qu'ils pourront être d'une utilité réelle.

Dénominations des fers du commerce.

FER MARCHAND. On lui donne trois formes différentes: 1° *carré* ou *barreau*; 2° *méplat* dont la largeur est double de l'épaisseur; 3° *lame* dont la largeur est plus du double de l'épaisseur. Dans chacune de ces formes, on distingue les *gros*, *moyens* et *petits* échantillons.

Gros échantillon

- *carré*, 30 à 82 millimètres (13 à 36 lignes) de grosseur.
- *plat*, 52 à 135 millim. (25 à 60 lig.) de largeur, sur 13 à 18 millim. (6 à 8 lig.) d'épaisseur.
- *court-bandage*, 64 à 80 millim. (28 à 36 lig.) de largeur sur 18 à 34 (8 à 15 lig.) d'épaisseur.
- *maréchal*, 36 à 40 millim. (16 à 18 lig.) de largeur sur 16 à 18 millim. (7 à 8 lig.) d'épaisseur.
- *cornet*, largeur considérable, indéterminée, (assez souvent 6 à 8 pouces) 10 à 15 millim. d'épaisseur.

Moyen échantillon

- *carré*, 22 à 27 millim. sur chaque face.
- *court-bandage*, longueur 2,924 millim. (9 pieds), épaisseur 11 à 16 millim. (5 à 7 lig.), largeur 63 à 68 millim. (28 à 30 lig.), coupé aux deux bouts.
- *maréchal*, 29 à 32 millim. (13 à 14 lig.) de largeur sur 14 millim. d'épaisseur.
- *plat*, 47 à 54 millim. (21 à 24 lig.) de largeur sur 11 à 16 millim. (5 à 7 lig.) d'épaisseur.

Petit échantillon

- *carré*, 20 à 23 millim. (9 à 10 lig.) sur chaque face.
- *plat*, 34 à 45 millim. (15 à 20 lig.) de largeur sur 10 millim. d'épaisseur.
- *maréchal*, 27 millim. sur 14 d'épaisseur.

Les fers dits de *martinet* doivent encore être compris dans cette classe; comme les précédents, ils se divisent aussi en trois classes ou *échantillons*, selon leur force :

Gros échantillon

- *fer rond*, 20 à 34 millim. de diamètre.
- *bandelette*, 20 à 34 millim. de largeur sur 5 à 7 millim. d'épaisseur.

Moyen échantillon	*fer rond*, 16 à 18 millim. de diamètre. *bandelette*, 11 à 14 millim. de larg. sur 6 millim. d'épaisseur. *carillons*, en botte 14 à 16 millim. sur chaque face.
Petit échantillon	*fer rond*, 9 à 11 millim. de diamètre. *bandelettes*, 11 à 14 millim. de largeur sur 6 millimètres d'épaisseur. *carillon*, petit, botte, 9 à 11 millim. sur chaque face.

Fer de fenderie.

Ces fers ont moins de qualité que ceux dont nous venons de parler; ils sont vendus à un plus bas prix; ils prennent divers noms selon leur forme et leur grosseur.

Les fers carrés sont nommés communément *verges;* ces verges reçoivent ensuite les noms de *vitrières, coulières, solières moyennes, fantons, côte de vache, feuillard*, selon leur grosseur et encore suivant les métiers ou professions dans lesquels elles sont employées.

La verge porte depuis 7 jusqu'à 27 millim. sur chaque face.

Le fer plat de fenderie est livré en bottes ou en barres.

En bottes, il a les mesures suivantes :

32 à 36 millim. de larg. sur 6 millim. d'épaisseur.

40 à 54 millim. de larg. sur 7 millim. d'épaisseur.

27 à 38 millim. de larg. sur 5 millim. d'épaisseur.

En lames de 20 à 27 mill. de larg. sur 7 mill. d'épaisseur.

En barres de 54 à 59 mill. de larg. sur 11 à 16 mill. d'épaisseur.

Quelques-unes de ces dénominations, et autres que nous avons omises, sont tombées en désuétude ; mais il serait gênant dans bien des circonstances de ne les pas connaître, les marchands y étant habitués.

Tôlerie (fer noir).

La tôle s'achète à la feuille, au paquet ou à la livre; on doit désigner l'épaisseur. La tôle à *serrure* a toute dimension voulue; il en est de même de la tôle à *palastre*; on aura peu à se tromper sur l'achat de ce fer, la désignation est facile à donner.

Tréfilerie.

Les fils-de-fer qui se trouvent dans le commerce sont de toute grosseur à commencer par 11 à 12 millimètres de diamètre, qui sont les plus gros, jusqu'aux numéros les plus fins. Plus gros que 11 à 12 millimètres, c'est de la tringle forgée, ou du fer de martinet : ce fort diamètre est connu sous le nom *de fil numéro* 30; ce qui d'ailleurs sera facilement compris au moyen du tableau ci-après, qui contient l'énonciation de toutes les grosseurs du fil tiré. Depuis plusieurs années, on fait des fils d'un plus fort calibre.

Numéros des fils.	Diamètres. millim.	Poids de 100 mètres de long.	Longueur d'un kil. pesant.
30	14,00	115,500 kil.	0,64 mètres.
29	12,50	92,072	1,08
28	11,00	71,303	1,4
27	9,65	54,706	1,8
26	8,55	42,763	2,3
25	7,70	34,916	2,8
24	7,00	28,875	3,4
23	6,35	23,838	4,2
22	5,70	19,611	5,1
21	5,10	15,321	6,5
20	4,50	11,877	8,4
19	3,90	8,580	11,6
18	3,40	6,429	15,6
17	2,90	4,950	20,2

Numéros des fils.	Diamètres. millim.	Poids de 100 mètres de long.	Longueur d'un kil. pesant.
16	2,50	3,667 kil.	27,5 mètres.
15	2,20	2,852	35
14	1,98	2,381	42
13	1,80	1,905	52,4
12	1,64	1,596	62,7
11	1,56	1,324	75,5
10	1,38	1,169	85,5
9	1,27	0,949	105,4
8	1,17	0,819	122
7	1,09	0,700	143
6	1,02	0,612	163
5	0,95	0,533	187
4	0,88	0,468	213
3	0,81	0,386	259
2	0,74	0,332	301
1	0,68	0,272	364
passe-perle	0,62	0,226	442
0	0,56	0,187	533
1	0,51	0,152	658
2	0,46	0,128	785
3	0,41,5	0,105	952
4	0,37	0,086	1,162
5	0,33	0,068	1,470
6	0,29	0,053	1,887
7	0,25	0,043	2,326
8	0,22	0,034	2,941
9	0,20	0,027	3,704
10	0,18,5	0,020	5,000
11	0,17	0,015	6,666
12	0,16	0,010	10,000

On est parvenu à faire des fils tellement fins que 100,000 mètres de longueur ne pesaient qu'un kilogramme; le diamètre de ce fil ne devait guère avoir que 1/168 de millimètre; mais

ces finesses de fil ne peuvent présenter d'autre intérêt que celui résultant de la preuve qu'on peut tirer de l'extrême ductilité du fer.

Prix des fers.

On conçoit qu'il est fort difficile de fixer les prix du fer, surtout dans ce moment où les perfectionnements apportés dans l'art de la fabrication, doivent nécessairement et prochainement les faire baisser. Ces prix ne sont plus tels qu'ils étaient il y a un an; dans six mois, ils ne seront plus ce qu'ils sont aujourd'hui. C'est ordinairement le prix courant de la gueuse qui sert à déterminer les autres prix. A cet effet, on ajoute à ce prix les deux tiers en sus, et l'on a le prix de la fonte moulée, fort moule, rendue à sa destination; en triplant le prix de la gueuse, on a le prix du fer marchand, et, si on ajoute un quart à ce dernier, on a le prix du fer de martinet gros échantillon.

De l'acier.

La connaissance de l'acier est utile au forgeron, encore bien qu'il ne soit guère appelé qu'à travailler le fer; mais comme pour agir sur ce métal, il faut un métal plus dur, il emploie souvent l'acier dans la confection de ses outils, et doit en conséquence en connaître les propriétés; cependant l'étude de l'acier n'est pas aussi nécessaire maintenant qu'elle l'était autrefois. Un ouvrier qui entend bien ses intérêts, emploie l'acier fondu toutes les fois qu'il le peut, et il le peut presque toujours; la dépense lui paraît d'abord un peu plus considérable, mais ensuite, vu le bon usage de l'outil et sa durée, il ne tarde pas à reconnaître qu'il y a économie dans cet emploi. Que le taillandier, le coutelier et autres, qui travaillent habituellement l'acier, cherchent à économiser sur la matière première, en la fournissant moins chère, mais en réparant par la bonne

exécution et par des trempes étudiées, l'infériorité de cette matière, je le conçois, et j'approuve même cette étude qui leur fait obtenir le résultat désiré, avec une moindre dépense; parce que la fourniture étant de tous les instants, il n'est point de petite économie, lorsqu'elle est journellement répétée. Quant au forgeron, son intérêt n'est pas de passer son temps à faire des outils médiocres, mais, bien des outils qui, une fois faits, lui rendent un service facile et prolongé. Or, il ne peut se flatter d'atteindre sûrement ce but, qu'en employant l'acier fondu, qui est plus facile à bien travailler, qu'on trempe avec assurance, et qui vaut toujours mieux que l'autre.

L'acier est un composé de fer et de charbon; quelques auteurs prétendent qu'on peut également en faire de très-bon en combinant le fer avec la silice; mais comme cette combinaison est moins facile à faire que la combinaison avec le charbon, nous ne parlerons que de cette dernière, et même nous ne lui consacrerons que peu de pages; de plus longs détails pourraient intéresser un fabricant d'acier; ils seraient peu utiles au forgeron qui achète l'acier tout fabriqué.

La dureté du fer augmente au fur et à mesure qu'il s'y combine du carbone, jusqu'à ce qu'il en contienne 0,016 de son poids; c'est là le maximum pour sa dureté; passé cette limite, toute nouvelle addition de carbone la fait décroître. Les quantités de carbone dans les divers aciers, sont comme il suit : acier fondu mou 0,008, acier fondu ordinaire 0,010, acier fondu dur 0,011, acier fondu plus dur 0,020.

Il est pourtant certains ouvrages pour lesquels il convient mieux d'employer l'acier de cémentation : il se soude plus aisément avec le fer; il a plus de nerf. Mais ces cas sont rares, et l'on trouve dans le commerce d'excellents aciers, sous cette dénomination *d'acier cinq étoiles*, *d'acier double marteau*, etc.; toutes ces dénominations changeront infailliblement. On fabrique maintenant en France, de très-bons aciers de cémen-

tation, et l'instant n'est pas éloigné où ils prendront les noms des villes ou du fabricant ; il serait donc inutile de rapporter ici des anciennes dénominations qui finissent avec l'usage des aciers étrangers.

On trouve dans le commerce des aciers forgés ou étirés suivant toutes les formes ; comme les fers, ils reçoivent différents noms selon leur forme : *bandelette, lame, pied-de-roi, canif, tôle, fil*, etc. Il est rare que chez un marchand assorti on ne rencontre pas, à peu de chose près, la force requise pour l'ouvrage qu'on veut exécuter, sans qu'il soit besoin de beaucoup forger pour étirer. Nous conseillons cependant de ne point employer l'acier sans le passer au feu et sans le refouler un peu ; cela lui donne du corps. Il nous est arrivé souvent de prendre des burins dans un barreau, des coussinets de filière ou autres objets, et de les travailler à la lime et de les tremper immédiatement ; nous avons cru remarquer que l'acier était plus cassant dans ce cas que lorsque nous les avions chauffés et rebattus un peu. Il sera donc convenable, à notre avis de prendre toujours de l'acier un peu plus fort que ne le comporte le besoin, afin de l'amener à la grosseur convenable par un martelage modéré.

Lorsque je prends de l'acier chez un marchand, je choisis autant que possible les barreaux qui sont unis et bien corroyés ; cette parure extérieure n'est pas, je le sais, une preuve décisive de bonté, mais c'est une présomption qu'il ne faut pas non plus dédaigner. Je frappe dessus pour produire un son qui doit être argentin et prolongé ; les aciers qui ne rendent qu'un son sourd et limité, sont sujets à n'être pas homogènes. Je veux un grain fin, brillant, rond, bien visible ; les aciers blancs et dont le grain n'est pas perceptible, passent pour plus fins et meilleurs ; mais j'ai remarqué qu'ils deviennent promptement cassants lorsqu'ils ont été trempés et détrempés plusieurs fois.

Dans l'emploi, il est bon de faire attention au fil de l'acier. Cette recommandation, dont tous les ouvriers reconnaissent la nécessité lorsqu'il s'agit d'aciers cémentés, est également bonne, quoique d'une urgence moins immédiate, s'il s'agit d'acier fondu. Il semble, au premier aperçu, que ce corps cristallisé ne doit avoir aucun nerf, et telle est l'opinion de plusieurs savants recommandables; nous pensons que c'est une erreur. Sans doute, un bloc, un culot sortant du creuset n'aura pas de fil; mais ce même acier étiré en barreau se gercera toujours dans le sens de sa longueur, s'il arrive qu'il se gerce à la trempe. Il convient donc, même en employant l'acier fondu, de faire attention à la direction du barreau, encore bien que l'existence du nerf ne soit pas facilement constatée. Une expérience, je dirai presque journalière, m'a fait reconnaître ce fait.

L'acier plusieurs fois trempé et détrempé perd son *corps*, sans perdre sensiblement sa dureté; il devient cassant et peu résistant; on obvie à cette perte de qualité en remettant cet acier dans le cément, c'est ce qu'on appelle *tremper en paquet*, opération dont nous nous occuperons à l'article *trempe*.

§ 3. MANIÈRE DE FORGER.

Nous avons vu quels sont les accessoires de la forge; nous avons pris une connaissance suffisante du charbon qui doit alimenter le feu; nous connaissons les matières à mettre en usage : il nous reste à dire comment il faut s'y prendre pour tirer un parti convenable de ces moyens de pétrir le fer et de lui donner toutes les formes voulues. Les auteurs qui nous ont précédés n'ont pu, quels qu'aient été leurs efforts, donner une idée bien exacte de cette opération difficile; et il est très-probable que nous échouerons comme ils ont échoué. Si jamais proverbe fut vrai, ce fut celui qui dit :

ce n'est qu'en forgeant qu'on devient forgeron, nous y ajouterons cet axiome : *on ne devient pas toujours forgeron, même en forgeant toute sa vie.* Indépendamment d'une longue pratique, il faut, pour un forgeron accompli, avoir reçu de la nature plusieurs qualités réunies, sans lesquelles on ne deviendra jamais un homme marquant dans cette partie : il faut un corps robuste et un esprit méditatif et réfléchi ; il faut à l'ouvrier qui se destine à la forge, des yeux infatigables, un regard perçant, un jugement prompt, une résolution rapide, une main sûre. Tel ouvrier *enlèvera* d'abord facilement une pièce, s'il a ce qu'on appelle l'*empiche*, c'est-à-dire l'habitude de trouver le vrai moyen, tandis qu'un autre tourmentera son fer et n'arrivera qu'après longtemps au même résultat. Dans les ateliers de charronnage, un bon forgeron en voiture gagne 12 et 15 francs par jour, et le maître qui l'emploie trouve encore économie et profit à le préférer à tel autre qu'il pourrait avoir pour 5 ou 6 fr. Le même fer sort de ses mains plus fort, et semble d'une qualité supérieure ; la lime a moins à faire ; il a dépensé beaucoup moins de fer, parce qu'il a évité une ou deux chaudes ; il a épargné aussi le charbon ; son ouvrage est mieux fait et la matière ouvragée meilleure ; mais nous le répétons, ce talent du forgeron, ce n'est pas dans un livre qu'on pourra l'acquérir, c'est au feu, le marteau à la main et en manipulant.

Ceux de nos lecteurs qui connaissent la forge nous ont compris dès le premier mot ; ceux qui ne la connaissent pas nous comprendront s'ils considèrent le peu de moyens dont le forgeron peut disposer pour donner à son fer toutes les formes imaginables. Le limeur a des limes de formes variées ; il prend son temps et donne les formes en enlevant ce qui excède ; le tourneur varie également la forme de ses outils ; le forgeron ne peut rien ôter, c'est en refoulant qu'il donne la forme ; il n'a jamais beaucoup le temps de délibérer, *le fer*

est chaud il faut le battre. Il éprouve un déchet à chaque fois qu'il va au feu ; il faut que ce déchet soit prévu et il varie suivant chaque espèce de fer. Il n'a communément à sa disposition que l'enclume et le marteau ; c'est avec ces éléments restreints, et toujours les mêmes, qu'il faut qu'il improvise les formes, se servant tantôt des angles, tantôt de la bigorne, tantôt du côté de son enclume, et ne variant son marteau que de la tête à la panne et de la panne à la tête. C'est avec ces mêmes moyens qu'il aplanit les surfaces, qu'il contourne les courbes diverses, qu'il fait, sans couper le fil du métal, une croix, un T ; qu'il arrondit une partie, qu'il maintient une autre carrée et d'équerre à une grosseur déterminée. Nous ne parlons ici que des plus simples opérations ; mais lorsqu'il s'agit ensuite de soudures répétées, de certains empattements et refoulements, et en général, de l'exécution de ces pièces que tous les ouvriers reconnaissent comme difficiles, il faut que celui qui dirige l'œuvre soit un homme bien constitué, pour que rien de ce qui peut survenir dans une opération aussi compliquée n'arrête sa marche. Nous avons souvent vu dans les ateliers les ouvriers suspendre leurs travaux pour voir comment le maître forgeron se tirerait de tel pas difficile et que lui seul pouvait entreprendre de surmonter. Si l'on joint à tout cela la conduite du feu, celle du fer dans le feu et celle des batteurs devant, on comprendra aisément que le talent d'un bon forgeron ne peut s'acquérir que par la pratique et encore lorsqu'on est né avec les qualités nécessaires.

Quoi qu'il en soit, l'expérience peut offrir ses conseils ; c'est en cela que les livres peuvent être utiles, c'est ce que nous allons entreprendre.

L'ouvrier qui veut devenir forgeron doit d'abord s'apprendre à manier le marteau. A cet effet, et pour ne point consommer inutilement du charbon et du fer, il se sert d'un morceau de plomb qu'il s'applique d'abord à forger carré ; il se sert

de l'équerre pour vérifier s'il est bien droit, et d'un calibre, pour la conservation de l'épaisseur. Dans cette première opération, l'usage de la main gauche est presque nul, puisqu'elle peut tenir immédiatement le plomb et le tourner à volonté. L'expérience lui fera voir que pour conserver la direction en droite ligne, il ne faut pas que le plomb soit tenu ni trop haut ni trop bas, mais bien à la hauteur de la table de l'enclume, et plutôt un peu plus haut que plus bas, et de manière à ce que le bout de la barre touche sur la table ; par ce moyen l'apprenti apprendra à frapper droit sans sillonner son barreau : il y apprendra également à forger rond, en tringle ; s'il déforme trop son plomb, il a la ressource de le faire fondre et de le ramener au point d'où il est parti.

Cette première manipulation s'apprend assez facilement ; la manœuvre de la main gauche est plus difficile et ce n'est ordinairement qu'après un long temps qu'on peut la posséder parfaitement. L'apprenti devra se familiariser avec le maniement des pinces ; il les tiendra avec la main gauche en introduisant le petit doigt entre les branches ; c'est ce petit doigt qui sert de ressort pour ouvrir les mors. Comme il faut tourner à chaque instant le fer en le forgeant, il devra s'habituer à un mouvement de rotation du poignet et du coude qui ne peut s'apprendre qu'en étant souvent répété. A cet effet, il devra s'abstenir, quelle que soit la pente qui l'y entraîne, de prendre jamais les pinces de la main droite ; il devra laisser tomber souvent des fers pour s'habituer à les ramasser promptement et adroitement avec les pinces, ce qui n'est pas une chose aussi facile qu'on le croirait d'abord. Lorsqu'il s'agit de retourner le fer dans les pinces ou de le changer de bout, on le pose sur l'enclume, on le tourne et on le prend ensuite. Tous ces mouvements demandent à être répétés souvent.

Il ne faut pas attendre que l'on ait acquis l'habitude de

tourner convenablement la main gauche pour se mettre à forger, on pourrait attendre longtemps. Dès qu'on a pris un peu d'habitude, on peut commencer à s'exercer; il faut alors apprendre à conduire le feu. On se sert ordinairement d'un tison enflammé pour allumer le feu, ou bien de braise. Si l'on doit laisser tomber le feu et le rallumer ensuite, il vaut mieux avoir un tison qu'on ôte dès que le charbon est pris, et qu'on remet avant d'abandonner la forge, afin de conserver le feu. Le charbon pris, le forgeron souffle en donnant plusieurs grands coups de la branloire, afin de remplir le réservoir d'air du soufflet; il l'entretient ensuite plein au moyen de petits coups répétés. Le charbon de terre doit être disposé de manière à ce que le vent le pénètre bien partout. Si le vent n'a qu'une issue, on fourre le tisonnier dans le charbon, et on le soulève afin que le feu prenne bien l'air. Quand il s'agit de chauffer fortement, on a le soin de réunir le charbon en calotte au-dessus du feu, de l'humecter un peu avec le goupillon, afin qu'il se lie bien et qu'il fasse réverbère; on donne avec le tisonnier des jours de côté, en isolant le charbon des braises ou mâchefer qui peuvent se trouver autour, et en ramassant toujours le tas; on donne quelques coups sur le dessus, afin de le tasser et de remplir les vides trop considérables qui pourraient se former sous la calotte par la force du vent. Toutes ces choses s'apprendront d'elles-mêmes par l'usage; mais il est bon d'appeler l'attention sur les soins à donner à la conduite du feu, parce que c'est déjà quelque chose que de savoir bien le diriger.

Supposons qu'il s'agisse d'aplatir par le bout un barreau de fer; c'est la plus simple des opérations; lorsque le feu sera allumé, on introduira le fer dans le charbon allumé sans déranger le tas. On fera en sorte qu'il se trouve placé au-dessus de la ligne parcourue par le vent, car il ne faut pas que le jet d'air l'atteigne: on fermera le tas par devant, afin que l'air ne

fasse pas que passer, mais afin qu'il remonte, après avoir frappé sur les charbons incandescents, et qu'il amène la flamme sur le fer; de cette manière il sera bien plus promptement chaud. Le forgeron retire le fer de temps en temps pour voir où il en est, et, à chaque fois qu'il le remet au feu, il refait le tas avec le tisonnier. Si le fer est petit, on peut le chauffer de suite et vivement; mais, si le barreau est gros, il faut y mettre plus de ménagement, parce qu'il brûlerait à l'extérieur avant d'être chaud en dedans. Si le fer est rouverin, il faut également le chauffer modérément; si on emploie du fer doux, on risque moins en lui donnant un haut degré de chaleur.

Le fer chauffé rougit: lorsqu'il est arrivé à la couleur cerise pâle il est près d'être assez chaud pour la forge, si c'est un fer aigre; si le fer est doux on le laisse passer au blanc. Il faut éviter de frapper un fer qui n'est pas assez chauffé, il est dur et difficile à manier; la couleur blanche, tirant sur le vert d'eau, est celle qui convient le plus communément. Si l'on chauffait toujours, la chaude deviendrait suante, et si le fer n'était pas de bonne qualité, il pourrait brûler, ce dont on s'aperçoit aux étincelles pétillantes qui s'échappent du foyer. Lorsque le fer est rouge blanc, on le retire du feu avec les pinces s'il est court, avec la main s'il est assez long pour qu'on puisse le tenir sans se brûler, et on l'apporte sur l'enclume, qui doit être placée à distance du foyer: 1 m. 65 cent. à 2 m. (5 à 6 pieds), quelquefois moins, sont suffisants pour que le forgeron puisse se retourner à l'aise.

Avant de frapper le fer, il faut faire tomber les ordures qui peuvent s'y trouver attachées: à cet effet, on donne un coup sur le revers de l'enclume. Sans cette précaution on courrait le risque d'incorporer dans la masse des battitures et écailles de fer oxydé, qui sont dures et difficiles à limer. Les crasses et croûtes étant tombées, on pose le fer sur l'enclume et on le frappe avec la tête du marteau jusqu'à ce qu'il soit aplati;

mais il faut se hâter sans précipitation : le temps est précieux, le fer se refroidit, et, si on n'y met point de la diligence, il n'est plus assez chaud, et il faut le remettre au feu ; car, si l'on continuait à frapper sur un fer non suffisamment échauffé, on le fendrait, on le rendrait pailleux et corrompu.

Tant que dure le forgeage, le forgeron est en action après son feu, le tisonnier à la main : tantôt il lui donne du jour, comme nous l'avons dit ; tantôt il le tasse ; tantôt il débarrasse l'orifice de la tuyère, extrait du feu les mâchefers et les remplace par de nouveaux charbons, puis mouille pour concentrer la chaleur. L'eau ne doit pas toujours être jetée sur le feu ; il est des cas où il faut en répandre tout à l'entour, afin de s'opposer à la diffusion des courants de flamme et de les ramener sur un même point ; mais, en général, cette conduite du feu s'apprend promptement et facilement.

Si le forgeron chauffe avec le charbon de bois, il fera bien de mettre un peu de charbon de terre en dessus pour faire la calotte ; s'il ne peut en avoir, il fera une bouillie claire d'eau et de glaise, mettra en dessus du charbon menu et l'arrosera avec cette bouillie.

En thèse générale, il faut que le charbon qu'on met au feu soit en proportion avec la grosseur du fer qu'il s'agit de chauffer ; il faut toujours en mettre moins que trop ; on est à même d'en remettre ensuite.

En chauffant le fer, il faut éviter de le faire grésiller. Quand le charbon est trop vif, on le mêle avec d'autre charbon. Un mélange de charbon de terre et de charbon de bois donne une très-bonne chauffe.

Si l'on ne fait rougir que le petit bout du morceau de fer qu'on doit aplatir, il se refroidira promptement : on doit toujours chauffer 0 m. 11 à 14 cent. (4 à 5 pouces) de longueur, afin que la chaleur se conserve. S'il s'agit seulement de couder un fer, on fera bien de ne le chauffer qu'à l'endroit

où il doit être coudé. Cette opération étant promptement faite, on a toujours le temps, et le coude se fait mieux et plus d'équerre.

Lorsque le forgeron est devenu plus habile, et qu'il entreprend des travaux plus compliqués, il doit avoir à sa portée les outils dont nous avons parlé, et surtout une équerre en fer, un compas courbe, un calibre, des poinçons et des mandrins pour percer et agrandir les trous.

S'il s'agit d'étirer un barreau en conservant un calibre déterminé, l'ouvrier commence à faire un calibre avec un morceau de tôle, qu'il entaille avec une lime. On se sert d'un compas d'épaisseur, fig. 40, qui remplit admirablement bien ce but en offrant un calibre universel; nous invitons les forgerons à le faire, ou bien à l'acheter; il leur servira non-seulement de calibre, mais encore dans une infinité d'autres circonstances; quel qu'il soit, le calibre doit être placé sur le support de l'enclume, et à portée. Le fer étant bien chaud et apporté sur l'enclume, le forgeron le frappe en inclinant un peu, et de manière à opérer l'étirement; assez souvent le fer se voile pendant cette opération, mais cela ne doit point arrêter; on le redresse ensuite facilement. Au fur et à mesure que le fer s'étire, l'ouvrier prend le calibre et tâte le morceau pour reconnaître s'il ne s'écarte pas, en plus ou en moins, des limites qui sont posées; s'il pèche pour avoir trop ôté de matière, le mal est plus considérable et plus difficile à réparer; aussi, doit-on renouveler souvent l'épreuve du calibre. Si le fer est trop gros il continue à l'étirer; s'il est trop petit, il faut le refouler en le chauffant à cet endroit et en frappant sur le bout du barreau, ou bien en le laissant tomber debout sur l'enclume; mais, nous le répétons, c'est une opération assez difficile.

Ce n'est pas le tout d'étirer un barreau, il faut lui conserver ses côtés d'équerre. A cet effet, on le présente, en suivant sa

longueur, dans l'angle rentrant de l'équerre, et on le frappe du côté fort, de manière à le redresser. Cette opération se fait à petits coups répétés, le marteau tenu bien à plat. On a vu à l'article *Connaissance du Fer*, que pour donner du nerf au fer il faut le battre en travers de la table de l'établi; si l'on tient à conserver cette qualité, on redressera le fer en frappant dans le même sens, et à petits coups.

Lorsqu'il s'agit de couper le fer, on place un tranchet dans l'œil de l'enclume, on pose le fer sur ce tranchet, à l'endroit où l'on veut opérer la section, et on donne un fort coup de marteau dessus; on retourne ensuite le fer, et on le courbe en sens contraire sur le coin de l'enclume; on attend pour cela la fin d'une chauffe; il n'est pas nécessaire de chauffer exprès.

Quand le fer est gros, on fait chauffer exprès pour couper, ou, du moins, on n'attend pas la fin de la chaude : on pose le fer sur un large tranchet, ou même assez souvent sur le plat de l'enclume, et on pose dessus une tranche emmanchée dans un manche de bois. Cette tranche coupe d'un côté et se termine en tête de marteau de l'autre côté, un ouvrier frappe dessus avec un gros marteau à frapper devant. Souvent on emploie simultanément ces deux moyens : on pose le fer sur le tranchet, et on met la tranche par-dessus, en faisant coïncider les tranchants.

On perce le fer à chaud à l'aide d'un poinçon en acier trempé; on place l'endroit où doit se trouver situé le trou soit dessus une cloutière, soit au-dessus de l'œil de l'enclume : on pose le poinçon, tenu bien droit, sur cet endroit, et l'on frappe sur ce poinçon avec un marteau dont la grosseur est proportionnée. Si le trou est profond, on retire le poinçon plusieurs fois, et on le trempe dans l'auge pour éviter qu'il se détrempe et devienne mou; on chauffe toujours exprès pour percer.

Lorsque le trou est fait et qu'on veut l'agrandir, ou lui donner une forme déterminée, on chauffe de nouveau et on

y introduit successivement des mandrins en acier, appropriés d'avance à la forme qu'on veut produire; par ce moyen, on écarte le fer, qui ne perd pas autant de sa force à l'endroit où se trouve le trou, que si ce trou était percé à froid. Assez souvent, presque toujours, on est contraint de rebattre le fer sur le mandrin, afin de bien calibrer à l'intérieur.

Le fer, en sortant de la forge, ne saurait être immédiatement remis au limeur, qui blanchirait ses limes dessus, parce qu'il est trop dur. Pour l'attendrir, on le met au feu, on le chauffe rouge cerise clair, et on le met refroidir lentement sous du poussier, dans un endroit sombre. On a remarqué aussi qu'en chauffant le fer et l'acier au rouge brun sombre, et en les plongeant dans l'eau, comme si on voulait les tremper, on les rendait extrêmement mous et faciles à limer.

S'il s'agissait de faire un croisillon, il ne faudrait point étirer d'abord le fer et le fendre ensuite, mais bien le fendre dès le commencement, sauf à étirer ensuite les branches séparément. Si l'on doit faire des têtes, ou embases; lorsqu'elles ne sont pas trop considérables, on se sert des cloutières-étampes et de l'étau à chaud; quand elles doivent faire une grande saillie on soude des viroles, ainsi que nous allons le dire.

Autant il y a de formes différentes, autant il y a de manières de s'y prendre; c'est ce qu'on appelle *enlever une pièce;* il nous est impossible de les prévoir toutes; chaque ouvrier a d'ailleurs son faire qui lui est propre. Le meilleur est celui qui lui permet d'arriver le plus tôt au résultat, en économisant les chaudes. Dans le forgeage de la ferrure des voitures, il se rencontre une infinité de pièces qui présentent de très-grandes difficultés, et dans l'explication desquelles nous ne saurions entrer sans risquer d'encourir le blâme du commun de nos lecteurs, qui s'adonnent à l'ensemble de l'art. Ces procédés devront se rencontrer dans un traité de carosserie, plutôt que dans l'art du forgeron.

Souder à chaude portée.

Une des propriétés distinctives du fer, et tout-à-fait caractéristique de ce métal, c'est cette précieuse qualité qu'il possède de pouvoir se lier, se réunir, et ne former qu'un même corps, sans l'emploi d'agents intermédiaires. (On dit que le platine peut aussi se souder.) Le fer chauffé à un degré suffisant peut se coller contre un autre fer également chauffé; c'est ce qu'on nomme *soudure*. Les ouvriers habiles font cette opération avec tant de facilité que souvent ils soudent une verge après un morceau de fer qui est trop gros pour être pris dans les pinces, et trop court pour que la main puisse y toucher, afin de le forger commodément. Cette verge, qu'on nomme *ringard*, est ensuite coupée lorsque le morceau est ouvragé. Une des premières études de l'apprenti forgeron doit donc être de souder deux fers ensemble. Voici comment il doit s'y prendre :

Il met au feu les deux bouts qu'il doit joindre, et chauffe modérément; il retire un de ces morceaux, le refoule en le frappant debout sur la table de l'enclume, et l'aplatit en biseau ou bec de flûte; c'est ce qu'on nomme *amorcer*. Lorsqu'un des morceaux est amorcé, il répète la même opération sur l'autre, en faisant en sorte que les becs de flûte se rapportent le mieux possible l'un avec l'autre; il les remet alors au feu, de manière à ce qu'ils se trouvent à peu près dans le même endroit, afin qu'ils soient chauffés aussi également que possible. Cette chaude doit être donnée hardiment. Si on la traîne en longueur, le fer s'oxyde et la soudure n'est pas bonne; d'une autre part, si l'on chauffe trop, on brûle le fer, et elle manque également. Pour éviter l'un et l'autre de ces écueils, il faut placer les fers de manière à ce que l'air y ait le moins d'accès possible, car c'est l'air qui les oxyde par

son contact; il faut choisir son charbon: un charbon qui contient beaucoup de soufre est également nuisible à l'opération. Quelques ouvriers recouvrent leur fer d'une couche de terre franche ou de matières vitrifiables; mais cette précaution n'est absolument nécessaire que pour les fers rouverins qui ne peuvent supporter un haut degré de chaleur ; on effectue tous les jours de très-bonnes soudures à nu ; il ne s'agit que de mettre de l'attention et de la prudence.

Lorsque les fers scintillent, que la chaude est suante, que le fer commence à se liquéfier, qu'il présente un aspect pâteux, il est temps de le retirer. L'ouvrier saisit simultanément les deux morceaux, les retire promptement, et, prenant garde qu'ils ne frottent sur le fraisil, dont ils pourraient entraîner quelque partie, les secoue en les frappant sur le revers de l'enclume pour faire tomber les crasses qui pourraient s'y trouver, et les pose immédiatement sur la table, dans la situation qu'ils doivent avoir. Tout cela doit être promptement fait, sans que toutefois la précipitation nuise à l'exécution ; il lâche alors le fer qui est en dessous et qui pose sur l'enclume, et, saisissant promptement un marteau de la main droite, il frappe sur le fer, à petits coups, pour le faire prendre et adhérer : la pâte s'amalgame bientôt; il forge alors à coups plus forts, tourne le fer et le pétrit de tous côtés; mais, maintenant, il ne fait plus que façonner; la soudure doit être faite.

Cette opération n'est pas des plus faciles lorsqu'on est seul ; lorsqu'on a quelqu'un pour frapper pendant qu'on tient les deux morceaux réunis, on en vient plus aisément à bout; néanmoins, il faut bien que le forgeron s'habitue à la faire étant seul. Il faut toujours que la soudure soit opérée dans une seule et même chaude; on ne peut remettre au feu pour la continuer.

Si cependant une soudure était défectueuse en une partie,

il y aura encore moyen d'y remédier, surtout si l'on n'a pas appauvri le fer en l'étirant. On ouvre avec une tranche l'endroit où l'amalgame n'est point parfait; on en avive l'intérieur en en faisant sortir les battitures ou la crasse; on y insère un lardon de fer doux ou d'acier, et l'on remet le tout au feu, en ayant soin de tourner le fer de manière à ce qu'aucune ordure ne puisse s'interposer entre les parties qu'on doit réunir: on ramène alors le fer à la couleur blanche, chaude suante, et on le remet sur l'enclume, où on opère comme la première fois; mais, il ne faut pas se faire d'illusion, ce replâtrage n'est pas facile à faire.

Tous les forgerons n'amorcent pas de la même manière: les uns se servent de la panne du marteau pour creuser une des amorces en gouge, tandis qu'ils tiennent l'autre ronde; d'autres encochent les amorces afin de leur faire des parties saillantes et creuses, qui puissent s'accrocher les unes dans les autres; d'autres, pour les gros fers, percent et boutonnent les amorces; chacun prône sa manière et la trouve bonne à l'exclusion des autres. Nous ne contesterons pas à chacun les avantages de sa méthode, mais nous avons vu de très-bons forgerons faire l'amorce simple; nous-même, quoique assez mauvais forgeron, nous avons réussi avec cette manière plus simple. Nous ne croyons donc pas en devoir conseiller d'autres, sauf toutefois leur emploi pour des cas particuliers.

Lorsqu'on doit réunir ensemble deux fers aigres ou rouverins, il est de précepte de ne point tenter la soudure immédiate, qui pourrait mal réussir. Dans ce cas, on fait l'opération en deux fois : on soude entre ces morceaux de fer un morceau de fer doux, ou mieux d'acier doux; au moyen de cette intercalation, on obtient une soudure bien faite et résistante.

On a cherché à faire des ciments, des compositions diverses, pour garantir le fer du contact de l'air pendant ces fortes

chaudes; on a toujours échoué. Un bain de matières vitrifiables, à une haute température, pourrait seul remplir ce but; mais, indépendamment de l'embarras qu'il occasionne, il ne rend jamais qu'un service incomplet. Au degré de chaleur nécessaire pour la soudure, le fer se boursouffle, se déforme, et l'enduit dont il peut être recouvert ne pouvant le suivre dans ses changements de forme, il se trouve que les surfaces à mettre en contact sont justement celles qui se découvrent et qui s'oxydent; néanmoins, il est des cas où il est indispensable, surtout pour les grosses pièces, de recouvrir ainsi le fer. Alors, le meilleur enduit qu'on puisse faire doit être composé de brique pilée, de chaux vive et de plâtre, en égale proportion; on y mêle autant de paille de fer et de verre pilé, le tout pétri avec du sang de bœuf; mais encore coule-t-il au blanc soudant, et n'est-il que d'un faible secours; c'est l'habileté du forgeron qui doit remédier à tout.

Lorsqu'on forge à deux, à trois ou à quatre, le forgeron est celui qui fait chauffer le fer, qui le retourne dans le feu et qui l'apporte sur l'enclume; les autres, qui ont de gros marteaux, se nomment *frappeurs devant*. Le marteau du forgeron pèse environ 2 kilog. (3 à 4 livres); il s'en sert moins pour forger que pour guider les coups des compagnons. S'il frappe avec la panne, les autres doivent de suite l'imiter et frapper avec la panne : c'est le maître qui tourne le fer sur l'enclume, qui l'avance ou le recule; le talent du frappeur devant est de faire toujours tomber les coups bien d'aplomb, à l'endroit même où le maître a frappé; de frapper plus fort si le maître frappe plus fort, de modérer s'il modère. Quand le maître veut suspendre, il donne son coup sur l'enclume, et les autres s'abstiennent de frapper; il faut y faire attention, car le maître n'étant plus en mesure de tenir le fer, on pourrait le faire sauter ou tomber, et blesser quelqu'un, si l'on frappait encore après que le signal est donné. Quand on frappe à quatre, les

compagnons doivent se placer de manière à ne point se gêner entre eux : ils doivent bien régler la marche de leur marteau ; c'est peu de chose à apprendre, mais, cependant, il faut l'apprendre, et l'on ne forge pas tout d'abord sûrement la première fois qu'on l'essaie.

Soudure de l'acier avec le fer.

L'acier de forge se soude bien avec le fer ; cependant, cette soudure est toujours plus difficile, pour être bien faite, que celle du fer avec le fer ; parce que l'acier ne peut supporter sans altération un aussi haut degré de température que le fer. Il faut, pour qu'une soudure de fer et acier soit bien faite, que le forgeron connaisse exactement le degré auquel l'acier entre en fusion ; afin d'éviter de laisser son acier parvenir à ce degré ; car, alors, il perd considérablement de sa qualité ; il doit donc le placer de manière à ce qu'il ne chauffe pas autant que le fer, et il faut qu'il surveille à la fois les deux chaudes. Assurément, les quatre cinquièmes des ouvriers ne prennent pas toutes ces précautions ; mais, il en résulte qu'ils s'en prennent à la bonté de l'acier, et disent, lorsque leurs outils sont cassants, quoique trempés convenablement pour ne pas l'être, que c'est un acier qui n'a pas de corps. Cet acier, trop chauffé, a d'ailleurs le défaut d'être sujet à être gercé profondément ; c'est cette différence de température qui fait qu'il est difficile de bien souder l'acier avec le fer en lui conservant toute sa qualité.

Plus l'acier est fin et dur, plus il devient difficile de le bien souder. Longtemps on n'a soudé l'acier fondu avec le fer qu'à l'aide du borax. Cette méthode n'est pas à dédaigner, puisqu'à l'aide de ce fondant, on fait entrer l'acier en fusion à un degré de chaleur inférieur à celui qu'il faudrait lui donner sans cela. Néanmoins, depuis quelque temps, on soude l'acier fondu avec

le fer sans cet intermédiaire. M. Camus soude parfaitement sans borax (Voir le *Journal des Ateliers*, année 1829) ; mais il prétend avoir pour cela un secret qu'il ne veut dire à personne ; il n'a jamais voulu convenir de la vérité, et d'autres ouvriers couteliers, qui réussissent également parfaitement bien à faire cette opération, nous ont assuré, de même, posséder un secret ; tantôt c'est une herbe, tantôt c'est un sel, et c'est toujours le fruit de longues et pénibles recherches. Nous n'avons pas été dupes de cette jonglerie ; nous avons poursuivi nos recherches, et nous en sommes venus à acquérir la conviction que la soudure se fait sans agent intermédiaire.

Pour que la soudure s'opère, il n'est pas nécessaire que les deux corps à réunir soient tous les deux à l'état de commencement de fusion, il suffit qu'un de ces corps soit dans cet état ; mais il faut en même temps que l'autre soit chauffé à ce point qu'il soit le plus dilaté possible et que ses pores soient autant ouverts que sa nature le comporte. Or, on soudera l'acier fondu avec le fer si le fer est bouillant et si l'acier est chauffé de manière à ce que les molécules du fer puissent le pénétrer ; c'est ce degré de chaleur qu'il est difficile d'obtenir, parce que dans l'approche des deux métaux la chaleur se met en équilibre et que l'acier peut, par suite de son adjonction, s'échauffer beaucoup plus qu'il ne convient, pour qu'il garde toute sa qualité.

On sait que l'acier fondu ne peut être chauffé passé la couleur cerise ; passé ce degré, il se détériore à ce point qu'il se broie sous le marteau et ne présente plus aucune tenacité ; peut-être alors devient-il simplement fonte grise, comme quelques auteurs le prétendent. Si donc la masse de fer sur laquelle doit être soudé l'acier fondu est très-considérable, et que la mise d'acier soit petite, l'opération sera d'autant plus difficile qu'il y aura de différence entre le volume de l'un et de l'autre ; car l'acier, fût-il mis presque froid, ne tardera pas

à s'échauffer autant que le fer auquel il est accolé, et à passer comme lui au blanc soudant, degré de chaleur beaucoup trop considérable pour qu'il y puisse résister. Mais si la masse du fer et celle de l'acier sont à peu de chose près semblables, si le fer est chauffé bouillant et que l'acier soit chauffé à un point inférieur de quelque chose à celui où la soudure devient praticable, appliqué contre ce fer, il ne tardera pas à acquérir, surtout du côté où il doit l'attacher, ce degré de chaleur sans que le fer ait perdu pour cela assez de chaleur pour cesser d'être soudable; car tous les forgerons savent qu'il se soude à la chaude suante et qu'il peut supporter quelques degrés de chaleur de plus, sans entrer en pleine fusion. Dans ce cas, la soudure sera parfaite, et l'acier n'aura nullement perdu de sa qualité. Il s'ensuit de cette explication que pour souder de l'acier fondu avec du fer, il faut avoir égard au volume respectif des deux métaux et chauffer d'autant moins l'acier que le fer sera en plus forte proportion; que cet acier peu chauffé devra être placé de manière à ce qu'il soit le moins possible en contact avec l'air atmosphérique qui l'oxyderait promptement, vu le peu d'élévation de la température. Quant au fer, il est prouvé que la chaleur suante suffit pour réduire les oxydules, et qu'un fer, dans le moment où le calorique rayonne autour, est par cela même à l'abri du contact de l'air. C'est donc sur l'acier que doit se diriger toute l'attention, peut-être serait-il convenable de le recouvrir d'une couche vitreuse pour prévenir son oxydation.

Nous pensons que toutes les herbes des gens à secret sont contenues dans l'observation des règles que nous venons d'exposer, et que l'expérience a déjà en partie confirmée suivant les lettres que nous avons reçues de la part d'amateurs studieux et observateurs, l'acier fondu mis en volume égal avec le fer sera facile à souder. Si le volume d'acier est plus considérable, il sera convenable que l'acier soit, dès le moment de l'ap-

proche, chauffé aussi fort qu'il peut l'être. Si au contraire le fer présente une masse beaucoup plus grande, il faudra peu chauffer l'acier et chauffer le fer de telle sorte qu'il soit suffisamment chaud à l'endroit ou doit s'opérer la jonction ; mais que, hors cet endroit, la température en soit aussi peu élevée que possible, afin qu'il n'y ait pas retour de chaleur sur l'acier. Cette dernière soudure sera toujours difficile à bien faire, si l'on tient à conserver à l'acier toute sa qualité.

On juge que la soudure est bien faite lorsque la pièce d'acier fait un enfoncement dans le milieu, s'il s'agit, par exemple, d'un tas, de la tête d'un marteau ou de toute autre pièce sur laquelle l'acier est appliqué à plat. L'exhaussement des parties extérieures ne doit donc pas inquiéter. L'acier aura conservé sa qualité, ou du moins, on pourra le présumer, si, limé avec le fer qui le supporte, il n'offre pas de différence relativement à la couleur : assez ordinairement un acier altéré prend une teinte tant soit peu rousse, peu remarquable il est vrai, mais enfin perceptible pour un œil exercé.

L'opération de souder acier sur acier est moins facile à faire, mais on a rarement l'occasion de la faire. Il nous semble qu'il serait impossible de souder sans intermédiaire ni fondant, de l'acier fondu avec d'autre acier fondu; nous ne l'avons point tenté et nous n'avons point appris que d'autres en aient fait la tentative, d'où il résulte que nous ne pouvons émettre une opinion sur ce fait.

Trempe de l'acier.

Cette opération tient encore à la forge. Nous devons en parler, en la considérant dans son ensemble, sans nous occuper des nombreuses modifications que son application aux outils et instruments divers rend à chaque instant nécessaires.

L'acier ne serait autre chose qu'un bon fer bien affiné, s'il

n'était doué d'une qualité précieuse qui fait tout son mérite, qui résulte de la faculté dont ce métal est doué d'être durci à un haut degré par l'opération qu'on nomme *trempe*. La trempe est tellement importante que nous concevons à peine à quel état de misère et d'abaissement nous nous trouverions réduits si les arts venaient tout-à-coup à être privés de son secours; sans cet auxiliaire puissant, ils redescendraient promptement à l'état d'impuissance où nous les voyons chez les peuples à demi-barbares, et ne pourraient se relever ensuite qu'après de longs travaux, si toutefois ils parvenaient jamais à se relever. Toutes les professions, depuis le bûcheron qui abat les arbres dans la forêt, jusqu'à l'horloger et le graveur, seraient sur-le-champ arrêtées. Le meilleur fer ne pourrait qu'avec bien de la peine fournir un ustensile propre à couper seulement un morceau de sapin : on ne saurait donc apporter trop de soins dans l'étude d'une opération bien simple, mais dont dépend le bien-être de la société. On ne nous reprochera donc pas d'entrer dans une discussion assez approfondie de cette partie de l'art qui est plus importante qu'on ne pense. Que les ouvriers se rappellent qu'à Paris et ailleurs, plusieurs artistes que nous pourrions nommer ont fait de belles fortunes avec la trempe pour tout moyen de réussite.

I. La trempe a lieu toutes les fois qu'on a échauffé l'acier à un degré convenable et qu'on l'a fait refroidir plus ou moins promptement. Le fer trempé ne change pas de nature.

II. Les limites entre lesquelles se rencontrent les degrés de chaleur convenables à la trempe, ainsi que celles du refroidissement, offrent assez de latitude pour que l'opération soit facile.

III. Au-dessous et au-dessus des degrés de chaleur nécessaires, la trempe proprement dite n'a plus lieu; quant au refroidissement, plus il est prompt et instantané, plus l'acier est dur. Il y a une limite relativement à la lenteur : passé un certain degré, la trempe n'a plus lieu; mais il n'a pas été fait d'ex-

périences à cet égard, et, faute de données fixes, ce point reste encore indécis et confié à l'expérience journalière et individuelle. La trempe n'a pas lieu si le refroidissement a lieu naturellement.

Les avis sont encore partagés sur ce qui se passe pendant l'opération de la trempe. Les uns prétendent que la dureté qui en est le résultat est produite par un changement de situation relative des molécules entre elles; d'autres prétendent que le carbone entrant dans la combinaison de l'acier s'y trouve arrêté dans un état plus ou moins parfait de combinaison, suivant que le métal est refroidi plus ou moins promptement, et que le métal est d'autant plus dur que la combinaison est plus parfaite. D'autres enfin, en minorité, prétendent que lors de la trempe un troisième élément, l'hydrogène, par exemple, entre dans la composition et se trouve arrêté et cristallisé entre les molécules par le refroidissement subit. Nous avons également une opinion empruntée aux trois que nous venons d'exposer; d'autres ont également la leur. Nous devons donc nous exempter de l'exposition et de la discussion de nos théories; elles sont peu intéressantes pour la pratique et ne trouveraient convenablement leur place que dans un traité *ad hoc*. Passons à l'examen des trois propositions que nous avons établies ci-dessus, en l'appuyant sur l'expérience et la pratique.

1. Il faut chauffer l'acier pour le tremper. On n'a pas connaissance du degré précis de chaleur où commence la possibilité de tremper; on n'a pas fait d'expériences à cet égard, on ne pouvait pas en faire: ce degré diffère avec chaque espèce d'acier. Un fait qui est à la connaissance de tous les ouvriers, c'est que, si l'on chauffe l'acier à un degré inférieur de quelque chose à celui où il prend la trempe, on amollit cet acier au lieu de le durcir. Les ouvriers adroits emploient souvent ce moyen pour rendre doux à la lime ou faciles à couper des aciers durs et résistants. Plus les aciers sont fins, moins le degré de

chaleur convenable à la trempe doit être élevé. Les aciers fondus, ceux dits de Damas, longtemps martelés et écrouis, doivent être rouge brun, cerise mûre, lorsqu'on les plonge, et encore est-il imprudent de plonger ces derniers lorsqu'ils sont en lames minces; dans ce cas, il faut le faire dans de l'eau bien tiède ou dans des huiles ou graisses, ou mieux encore se contenter de les agiter fortement en l'air et en présentant le plat, si l'on veut que l'acier soit flexible. Mais cette trempe, favorable pour les ressorts, n'est plus suffisante, si la lame doit, indépendamment de la flexibilité, être assez dure pour pouvoir prendre un bon affût et est, dans cet état, destinée à couper des matières résistantes. Il faut, alors, une trempe à la graisse ou à l'huile : cette trempe est définitive et de premier jet; il convient d'entrer dans quelques explications à cet égard.

Il serait sans doute praticable, une fois qu'on connaîtrait bien la nature d'un acier, de le tremper suivant les degrés de dureté qu'il serait besoin d'obtenir; il suffirait pour cela de chauffer plus ou moins avant l'immersion. Un acier trempé de la sorte, est de premier jet; il peut être employé sans opération ultérieure; c'est cette trempe que nous conseillons pour les lames larges et minces; mais elle est difficile à bien faire, par plusieurs raisons. Lorsque l'acier est dans le feu, qu'il est recouvert de charbon, qu'il occupe un grand espace, on éprouve beaucoup de difficulté non-seulement à le chauffer également partout, mais encore à ne le chauffer qu'à un degré déterminé, l'œil ne peut le suivre au milieu de ce feu; d'une autre part, la température de l'eau contribue de son côté pour beaucoup à l'effet produit. Un ouvrier insouciant ou irréfléchi, a un degré de chaleur uniforme qu'il donne à son acier, été comme hiver, et cependant la température de l'eau est différente; le même acier devra donc être moins chauffé en hiver, parce que la basse température de l'eau opérera un refroidissement plus prompt; il pourra être plus

chauffé en été par la raison inverse, et, dans ces deux cas, être également dur. Nous émettrons dans l'instant notre opinion sur cette maxime; mais en attendant, on doit toujours reconnaître que la trempe serait une opération difficile à bien faire si l'on n'avait la ressource de *faire revenir* l'acier; c'est-à-dire, après l'avoir trempé très-dur, trop dur même, de le ramener au point qu'il convient de lui donner: c'est ce que quelques personnes appellent improprement le *recuit;* nous en parlerons dans l'instant. Il convient de reprendre la trempe de premier jet, que l'on distinguera maintenant aisément de la trempe ordinaire, qui est celle où l'on fait revenir après avoir trempé.

Toutes les fois qu'il est possible de tremper de premier jet, on doit le faire; l'acier conserve plus de liant, plus de corps, et reçoit un grand nombre de trempes successives sans s'altérer. On a des procédés divers et appropriés aux diverses circonstances. Un ressort long et large ne se trempe pas comme une lame de sabre; une lame de scie droite, comme le disque d'une scie circulaire. Nous ne pouvons entrer dans le détail de chacun de ces modes de faire; ils sont tous plus ou moins intéressants; mais le forgeron, pour lequel nous écrivons, n'aura jamais besoin d'y avoir recours. Cette connaissance est plus utile à telle ou telle profession; nous ne devons considérer la trempe que sous un point de vue général.

Pour bien faire la trempe de premier jet, il faut avoir connaissance des degrés de chaleur que l'on donne à son acier, que nous supposons également connu et éprouvé, et aussi, connaissance du degré de température du liquide ou du corps dense quelconque, dans lequel on opérera le refroidissement; car, ainsi que nous venons de le dire, l'un et l'autre doivent concorder. Dans les cas ordinaires, c'est-à-dire, pour un ciseau à froid, un burin, un taraud, des coussinets de filière double, un crochet et tout autre outil de forme simple, l'œil

doit suffire. On placera son fer dans le feu de manière à pouvoir suivre du regard la série des nuances par lesquelles il passera. La méthode de le retirer de temps en temps de dessous le charbon, pour voir la couleur, n'est pas celle d'un bon trempeur ; l'acier mis en contact avec l'air, s'oxyde et se recouvre d'une couche qui nuit à la réussite. Quelques personnes chauffent sans attention, s'inquiétant peu si l'acier passe la couleur convenable : elles en sont quittes pour ralentir le vent et pour laisser revenir à la couleur propre; d'autres enfin, après l'avoir ainsi chauffé par excès, retirent du feu, tiennent l'objet suspendu au-dessus de l'eau et ne le plongent que lorsqu'il est revenu à la couleur qu'ils estiment être celle qui convient. Ces deux méthodes, la dernière surtout, sont également condamnables ; celle qui consiste à ralentir le vent sans retirer l'acier peut être employée lorsque, par inadvertance, on a laissé passer le degré ; mais il vaut mieux éviter d'y avoir recours. On placera donc l'outil dans le feu de manière à pouvoir le voir ; on soufflera légèrement. S'il est d'acier fondu ou d'autre acier fin et que l'eau dans laquelle on doit plonger soit entre 2 et 6 degrés au-dessus de zéro, on pourra plonger dès que la couleur sera rouge brun visible. L'œil fixé sur la pièce tenue par la pince, mise au feu avec elle, afin d'éviter les lenteurs, le trempeur la retire immédiatement et sur-le-champ la met à l'eau. Si la pièce est petite, il suffit de la laisser choir; si elle est forte, il faut la promener dans l'eau en décrivant une ligne quelconque, spirale ou autre, selon la forme du récipient. En promenant la pièce dans l'eau, il ne faut pas que le mouvement soit trop rapide ou qu'il soit trop lent : trop rapide, l'acier est sujet à se fendre ou à se tourmenter, parce qu'il se refroidit plus par devant que par derrière ; trop lent, la trempe peut être moins dure, parce que l'eau s'échauffe à l'entour. Une trempe de premier jet bien faite, doit présenter une teinte indécise gris-roux, si la teinte

était brun bleu, l'acier serait mou ; si elle était blanc cendré, il serait dur ; cette couleur est nommée *dépouille ;* elle est une preuve de dureté cassante.

Pour tremper commodément les coussinets de filière, les petits tarauds et autres pièces menues, susceptibles de s'adirer dans le feu, on les réunit par un fil-de-fer et on les trempe toutes à la fois. Ce procédé a l'avantage de procurer une trempe égale à tous ces objets, avantage qu'on obtiendrait difficilement si on les trempait séparément.

Telle est la manière de tremper du premier jet ; l'acier ainsi trempé est dur, non cassant et n'a pas besoin d'être *revenu* pour résister. On trempe un peu plus ou moins chaud, selon la nature des fonctions que l'outil doit remplir ; un taraud et des coussinets devront être moins durs que des burins qui doivent être aiguisés. Il faut considérer aussi que les petits outils prennent une trempe plus dure que les gros. Dans l'été, lorsque la température de l'eau est plus élevée, il faut élever aussi la température de l'acier et le faire passer à une couleur plus claire ; mais il n'a pas encore été fait dans cette partie de l'art, les expériences convenables, et nous le répétons, ces divers degrés ne seront facilement appréciés que par la pratique, et après avoir pris une entière connaissance de l'acier sur lequel on opère. Si quelque amateur zélé pour l'extension et la propagation des connaissances utiles voulait faire ces expériences, le pyromètre dans le feu, le thermomètre dans l'auge, n'agît-il que sur une sorte d'acier, l'acier fondu par exemple, il rendrait un grand service aux arts.

Les Anglais, qui sont réfléchis et observateurs, ont pensé qu'il était possible d'arriver à des résultats certains et qui ne permissent point à l'inexpérience ou à la maladresse d'errer ; ils ont imaginé de chauffer l'acier à tremper dans un bain de métal, et de l'en retirer pour le tremper dans l'eau. Cette idée peut être féconde en bons résultats et nous sommes étonnés

que les expérimentateurs, ne s'en soient pas avidement emparés ; on a fait quelques expériences, il est vrai, mais, dirigées par des théoriciens étrangers aux besoins des arts manuels, elles ne peuvent servir à éclairer la marche des travailleurs. Le point difficile n'a point été touché, et toute l'attention a été dirigée vers des questions d'intérêt général peu importantes et propres tout au plus à satisfaire la curiosité ; et ici, comme nous l'avons déjà fait plus haut, en parlant du fer, nous serons contraints de nous borner à indiquer la marche que devront suivre ceux que leur position et leurs moyens mettent à même de répéter, ou pour mieux dire de faire ces expériences. (*Voyez* ci-dessus première partie, fin du § 19 alliages fusibles, et plus bas la fusibilité des métaux).

Après avoir, au moyen d'un travail qui sera, nous ne pouvons le lui dissimuler, long et pénible, et qui exigera toutes les connaissances d'un trempeur consommé, constaté à l'aide du pyromètre, le degré de chaleur propre à la trempe, l'expérimentateur devra mettre des métaux ou des alliages de métaux en fusion ; en faisant en sorte que le degré de chaleur auquel la fusion a lieu, coïncide avec le degré de chaleur nécessaire à la trempe de tel acier. S'il est forcé de faire un alliage, il devra déterminer le nombre des parties qui le composent. Cette expérience répétée sur les divers aciers les plus connus dans le commerce, nécessitera sans doute différents alliages ; mais une fois l'épreuve faite sur quelques-uns, et la route ouverte, la pratique fera le reste ; les ouvriers eux-mêmes deviendront expérimentateurs. Il sera bon d'opérer dans des saisons dont la température soit opposée, car il est facile d'obtenir de l'eau froide en hiver ; mais en été, on n'a pas toujours le moyen d'abaisser sa température. Peut-être faudra-t-il alors que le degré de chaleur propre à la trempe soit plus élevé ; nous disons, peut-être, car l'expérience ne nous dit encore rien sur ce sujet. La dureté de la trempe dé-

pend du prompt refroidissement; il faut que le métal soit *saisi*. Or, on aura beau chauffer l'acier davantage, on n'aura toujours qu'un refroidissement plus lent, dans un liquide moins froid. Nous ne saurions donc nous en rapporter à l'assertion de ceux qui prétendent tremper également dur, en toute saison, d'autant plus que si l'on chauffe davantage l'acier, parce que l'eau est moins froide, le refroidissement sera d'autant moins prompt. Nous ne faisons que donner notre avis, peut-être en est-il tout autrement, lors de la mise en pratique. Nous devons convenir que, dans nos travaux ordinaires, nous n'avons pas remarqué de différence entre la trempe d'hiver et celle d'été, et cependant il doit y avoir un rapport entre les deux agents, le feu et l'eau.

La trempe dans les bains de métaux aura ce grand avantage, que l'acier ne s'oxydera pas pendant la chauffe, puisqu'il sera garanti du contact de l'air. Si l'on refroidit l'acier dans un bain de mercure, on obtiendra un refroidissement plus prompt, et l'acier sera conséquemment plus dur; mais le plus de dureté est si peu senti qu'il ne compense pas la dépense du bain.

Voici le résultat des expériences faites sur la fusibilité des métaux, cotée en degrés centigrades.

Mercure. .	39° au-dessous de zéro.	Gay-Lussac.
Potassium. .	58 au-dessus	Gay-Lussac.
Sodium. . .	90.	Gay-Lussac.
Etain. . . .	230.	Kupfer.
Etain. . . .	239.	Daniell.
Bismuth . .	246.	Daniell.
Plomb. . .	312.	Guyton-Morveau.
Plomb. . .	322.	Dalton et Crighton.
Plomb. . .	334,5.	Daniell.

Tellure entre le plomb et l'antimoine.

Arsenic, fusible et volatil au-dessous du rouge.

Cadmium.	360.	
Zinc. . .	370.	Brongniart.
Zinc. . .	411.	Daniell.
Antimoine	432.	Daniell.
Argent. .	1022.	Daniell.
Cuivre. .	1092.	Daniell.
Or. . . .	1102.	Daniell.
Fonte grise	1587.	Daniell.
Acier. Manganèse. Nickel.	Entre la fonte et le fer.	
Fer forgé	2118.	Clément-Désormes.
Palladium. Molybdène. Urane. Tungstène. Chrome. Titane.	Presque infusible et s'agglomérant seulement en petits globules fondus au feu de forge le plus violent.	
Cerium. Osmium. Iridium. Rhodium. Platine.	Infusible au feu de forge le plus violent, fusible au chalumeau à gaz oxygène et hydrogène.	

Les ressorts se trempent dans l'huile; si la lame doit être droite, on évite qu'elle se gauchisse en la plongeant suivant une ligne verticale. Nous avons vu également tremper au suif ou à la graisse, à l'aide d'un moyen assez ingénieux; un ouvrier avait à tremper souvent de longues lames plates. Il avait construit une espèce de gaîne en forte tôle, de deux pièces, en retirant sa lame du feu, il la fourrait dans cette gaîne qu'il tenait dans l'eau froide, la trempe était dure et la lame ne gauchissait pas. On ferait peut-être bien d'appliquer ce procédé à la trempe des scies circulaires, qui est encore un problème pour la majeure partie de nos ouvriers, et que nous

tirons d'Angleterre faute de connaissances suffisantes sur leur trempe.

Cette difficulté de tremper les scies circulaires a donné naissance à plusieurs tentatives. Il en est une ingénieuse qui, dit-on, a été couronnée de succès ; nous la rapporterons, parce qu'elle rentre tout-à-fait dans l'objet qui nous occupe, qu'elle pourra faire naître d'autres idées, et que d'ailleurs elle servira à faire connaître l'importance que les ouvriers attachent à la trempe de ces outils. La scie est montée sur un axe assez long, et dont les deux extrémités portent sur les bords d'un vase quelconque rempli d'eau. Dans cet état, on place le vase sur une table, à portée du jet de flamme d'une lampe d'émailleur, et l'on fait porter ce jet de flamme, en tournant un peu l'axe de la scie, sur la circonférence dentée du disque qui ne tarde pas à rougir. A mesure que l'acier rougit, on tourne l'axe et on fait plonger la partie rouge qui se trempe; on continue ainsi jusqu'à ce qu'on ait fait parcourir au feu tout le tour de la scie, ce qui est facile à reconnaître au moyen de la couleur. La scie ne se gauchit pas parce qu'elle n'est trempée qu'à la circonférence. Cette opération exige sans doute beaucoup d'attention ; et nous devons ajouter que nous n'accordons pas une foi absolue à ce moyen.

Peut-être conviendrait-il, en parlant des trempes de premier jet, de dire un mot des trempes à air des Orientaux ; mais nous sommes trop en garde contre les récits, et surtout ceux qui ont rapport aux procédés suivis dans les arts, pour ajouter foi entière aux *on-dit*: dans ces sortes de matières, un voyageur peut aisément être induit en erreur. La trempe à l'air peut d'ailleurs convenir aux aciers de ces pays, et serait insuffisante pour les nôtres. Le lecteur nous croira d'autant plus volontiers, lorsqu'il saura qu'ayant essayé de tremper plus dur une lame d'acier de Damas que nous trouvions trop tendre, il nous est arrivé, bien que nous eussions pris toutes

les précautions possibles, de la voir se casser d'elle-même en trois morceaux, lors de l'immersion; et, cependant, nous ne l'avions chauffée qu'au rouge foncé : nous l'avions chauffée bien également sur toute sa longueur, l'eau dans laquelle nous la plongions n'était pas très-froide. On prétend que les couteliers trempent habituellement le damas; mais est-ce bien véritablement le damas oriental qu'ils trempent à l'eau ou à la graisse? Une découverte curieuse et récente vient d'établir une différence entre les divers aciers qui portent ce nom. Le véritable acier oriental, *Wootz*, n'est point le produit de l'art; le damasquinage qui s'y fait remarquer subsiste encore, même après la fusion; phénomène peu facile à expliquer, et qui ne se rencontre pas dans les damas fabriqués avec des fils d'acier. On dit que les sabres faits avec cet acier sont trempés à l'air; qu'on bâtit deux longs murs formant un angle aigu dont l'ouverture est tournée vers le nord et dont l'angle est ouvert en forme de *meurtrière*, et que cette meurtrière aboutit près de la forge; le vent qui souffle par cette ouverture est tellement froid, assure-t-on, qu'il saisit la main si on l'y présente; l'acier étant chauffé au degré convenable, on le met devant cette ouverture, et il est subitement refroidi et par conséquent trempé. On dit qu'au désert, un homme monté sur un cheval rapide attend que le fer soit convenablement chauffé, qu'on le lui donne et qu'il part comme un trait présentant à l'air les deux faces alternativement; on dit enfin qu'on chauffe la lame auprès d'un moulin à vent dont les ailes sont emportées par un mouvement rapide, et que lorsque le fer est chaud, le forgeron le plante dans un trou fait exprès, que la lame ainsi enlevée à travers les airs est promptement refroidie. Tout cela peut avoir lieu : nous n'en contestons pas l'authenticité, mais nous en faisons mention comme d'un objet pouvant provoquer l'attention et sans en tirer d'autre conséquence : la trempe à l'air n'est pas d'ailleurs une simple

prétention, tout le monde sait que les horlogers trempent certaines pièces en les faisant rougir au chalumeau et en les agitant ensuite fortement dans l'air ; ce qui a lieu en petit peut être fait en grand.

On trempe très-dur les petits forets en les chauffant au chalumeau et en les plongeant de suite dans une gousse d'ail. Il ne faut pas d'abord diriger la flamme sur la pointe, mais bien sur la tige, et ne faire rougir la première que lorsque la seconde est chaude ; sans cette précaution on trempe mou, parce que la chaleur se perd avant l'immersion.

La trempe dans l'urine donne toujours de bons résultats ; il ne faut pas néanmoins ajouter foi à la composition de plusieurs eaux, fort préconisées par les gens à secrets, la plupart de ces eaux ne rendent d'autre service que l'eau pure. Si l'eau de certains puits paraît plus propre que d'autres à donner de la dureté, c'est qu'elle est plus fraîche, et que l'acier s'y refroidit plus promptement.

Nous terminerons cet article par une observation qui n'est pas sans importance : l'acier trop chauffé qui ne prend pas la trempe dans l'eau, peut encore la prendre étant plongé dans le mercure ; mais alors il perd toute sa tenacité et devient pulvérulent. En cherchant la raison de ce fait, on peut être amené à penser que, lors d'une forte chaude, il se forme à l'entour de la pièce à tremper une atmosphère de calorique rayonnant qui peut acquérir assez de force pour repousser l'eau et s'opposer à son contact avec l'objet à tremper. C'est ce qui fait que l'eau bout autour du fer rouge, quoique la température du restant de l'auge ne soit pas sensiblement élevée. Si au lieu de plonger dans l'eau qui est légère, on plonge dans le mercure qui est plus lourd, l'obstacle est vaincu par la pesanteur du liquide, le contact a lieu, et il y a refroidissement subit et trempe.

Cette difficulté de mettre le fer chauffé à un haut degré en

contact avec l'eau, difficulté qui se fait particulièrement sentir lorsque la pièce est forte, a fait inventer la trempe au robinet qui s'emploie pour les marteaux, les enclumes et autres fortes pièces.

S'il s'agit de tremper une enclume, ou un fort marteau, la mise d'acier n'étant pas en proportion avec la masse de fer à laquelle elle est adjointe, le trempe est assez difficile. Si l'on chauffe au point ordinaire, les angles seulement se trempent durs, la chaleur se concentre dans le milieu de la masse et le refroidissement est lent; alors les côtés du marteau sont convenablement trempés et le milieu est mou, s'enfonce et se déforme. Si, pour éviter cet inconvénient, on chauffe davantage, le milieu peut à la vérité parvenir à être suffisamment dur, mais alors les angles sont trop secs et se brisent facilement au premier choc. On a essayé de remédier à cet inconvénient en faisant revenir les angles au moyen d'un feu doux; mais ce moyen est peu sûr, on risque de gâter tout, et c'est une besogne toujours difficile et qui n'est jamais bien profitable. Dans ce cas, il vaut mieux tremper à l'eau courante, si on est à portée d'un courant rapide, sinon on en fait un artificiel. On exhausse sur un pied une tonne, la plus grande qu'on puisse trouver, on la remplit d'eau, on met en bas une grosse cannelle, ou bien on y perce un trou bouché par une cheville de bois. Lorsque le marteau est chauffé à point, on l'apporte sous le robinet qu'on ouvre; l'eau est alors poussée avec violence et ne peut s'échauffer lors de son contact avec le fer, parce qu'elle est incessamment renouvelée. Sa force de projection surmonte celle de répulsion de la chaleur et le côté exposé à son action est instantanément et également refroidi. On peut par ce moyen se dispenser d'élever autant la température de l'acier à tremper, et conséquemment moins fatiguer son acier. Les marteaux et enclumes ainsi trempés sont durs partout. (*Voir* page 138, marteaux.)

Si l'on trempe des instruments tranchants, il faudra avoir soin de tenir les taillants épais, sauf à laisser un peu plus d'ouvrage à la meule; si l'on faisait d'abord les tranchants aigus, ils se fendilleraient à la trempe, et d'ailleurs, en retirant le fer du feu, ces parties tranchantes se refroidiraient promptement et seraient mal trempées, si elles ne s'étaient même brûlées et détériorées dans le feu.

L'acier travaille encore un peu après avoir été trempé; on fera bien de le mettre une minute ou deux dans le fraisil avant de l'employer, si on ne veut pas risquer de le voir gercer; cela n'arrive pas à tous les aciers, mais il est prudent d'y faire attention. On profite assez souvent de ce moment pour prendre dans l'étau ou redresser avec précaution les pièces qui ont gauchi; mais cette opération doit être faite promptement et avec bien des ménagements, sans quoi on casserait infailliblement la pièce. Des pièces devenues gauches à la trempe peuvent être martelées, soit avant, soit après être revenues; mais ce redressage au marteau, bien que fait à petits coups sur la face creuse, et très-lentement, altère toujours un peu la bonté de la trempe.

Trempe revenue.

La trempe de premier jet exige, comme on vient de le voir, des attentions et une certaine pratique. La trempe ordinaire est tellement facile qu'elle peut être faite par la première personne venue et dès son coup d'essai; cependant, pour qu'elle soit bonne et propre à un usage déterminé, il faut encore connaître quelques règles que nous allons établir.

On a vu ci-dessus que l'acier devait être placé dans le feu de manière à ce que l'œil puisse juger par les teintes successives qu'il prend du degré de chaleur qu'il convient d'atteindre et de ne point dépasser. Maintenant cette observation n'est pas d'une rigueur aussi absolue; cependant on fera toujours bien

de s'y conformer autant que possible. On peut tremper moins chaud, on ne court alors que le risque d'avoir un acier moins dur; mais on peut sans inconvénient chauffer davantage qu'il ne le faudrait, et c'est ordinairement ce que l'on fait. On trempe l'acier dans toute sa force. On reconnaît qu'un acier est bien trempé lorsqu'il a bien dépouillé sans l'emploi de moyens artificiels. L'acier qui a bien dépouillé est gris-blanc mat, il pourrait y rester quelques places noires, sans que pour cela l'acier soit réputé non dépouillé.

L'acier prend la dépouille à un degré de chaleur plus ou moins élevé selon sa nature. L'acier fondu dépouille lorsqu'il est trempé au rouge cerise; les autres aciers peuvent être chauffés davantage, mais sans que leur couleur quitte le rouge; le rose et le blanc seraient trop élevés.

Une trempe dans toute la force de l'acier est rarement, bien rarement, celle qui convient. On est presque toujours obligé de ramener à uu degré inférieur; les outils, même ceux contondants, se briseraient en éclats: c'est cette opération qu'on nomme *faire revenir.* On y parvient en enduisant les outils de graisse ou de corne râpée, ou de bois, et en les remettant au feu jusqu'à ce que l'enduit s'enflamme, on retire alors et on plonge dans l'eau; mais cette méthode ne présente pas des résultats assurés, il vaut mieux consulter la couleur qui se répand sur le fer lorsqu'il chauffe. A cet effet, on éclaircit une des faces de l'ouvrage, soit en le limant avec une vieille lime sacrifiée, soit en le frottant avec du grès ou le passant sur la pierre, ou de toute autre manière qui fasse obtenir le brillant métallique. On pose alors la pièce sur des charbons allumés et on l'observe attentivement en se mettant autant que possible à contre-jour. A mesure que la chaleur pénètre l'acier, l'éclat métallique s'affaiblit et une teinte vert d'eau très-pâle, annonce l'invasion prochaine des teintes. La première qui est bien sensible, est le jaune paille. Si l'acier n'est pas de pre-

mière qualité, et que l'outil soit destiné à couper le fer comme burins, ciseaux à froid, scies à couper les métaux, etc., on arrête à cette première couleur, qui indique que l'acier sera encore cassant, mais qu'il aura cependant acquis du corps. Si ces mêmes outils sout d'acier de première qualité, on fait bien de laisser foncer la teinte jusqu'au jaune bien prononcé. Si l'on continue à chauffer, le jaune devient plus foncé, la couleur d'or apparait; c'est là qu'on arrête l'acier pour les outils qui doivent être durs et résistants, tels que les tarauds, les coussinets de filière, certains marteaux, les équarissoirs, les forets. La couleur d'or passe au rouge; c'est la couleur qu'on choisit pour ces mêmes outils lorsqu'ils sont d'acier fondu. La couleur bleue commence alors à paraître, et comme le rouge n'est pas encore passé, il en résulte un mélange qui donne le violet ou *gorge de pigeon;* cette couleur est encore celle des outils que nous venons de nommer. Toujours laissé sur le feu, l'acier devient bleu foncé; cette couleur est celle des outils à taillant effilé, des ciseaux à couper le bois, des fers de varlope et autres ayant la même inclinaison de biseau. Enfin, le bleu s'éclaircit, c'est le degré convenable pour les lames flexibles, les ressorts, mais déjà l'acier est redevenu trop mou pour faire de bons taillants; passé ce degré, il reprend sa couleur naturelle, mais moins brillante, et il n'y a plus de trempe. C'est un acier ordinaire non trempé, aigre et ayant besoin d'être recuit avant de pouvoir être aisément travaillé de nouveau. Telle est la règle générale.

Mais un ouvrier habile emploie des moyens de réussir et d'arrêter la trempe juste à sa couleur. Pour les petites pièces, il fait chauffer un barreau, pose dessus les petits objets qu'il veut faire revenir, et tient ce barreau ainsi chargé au-dessus d'un baquet rempli d'eau. Lorsque la couleur est venue, il n'a qu'à tourner la main et les pièces tombent dans l'eau.

Si la pièce est longue et qu'elle ne doive être dure que par

le bout, il ne met pas ce bout sur le feu, mais bien la partie qui l'avoisine, parce que cette partie se détrempe et que la chaleur gagnant de proche en proche, le bout qui doit être dur prend la couleur convenable.

Lorsque les objets à faire revenir ont une épaisseur proportionnelle considérable, comme les gros tarauds courts, les marteaux, tant acier et autres, il convient de chauffer à feu très-doux, afin que la chaleur pénètre bien les centres. Si l'on chauffait trop promptement, la couleur apparaîtrait sur les surfaces extérieures et pourrait induire le trempeur en erreur. Il plongerait alors, et il arriverait qu'une couche extérieure seule serait revenue; tandis que l'intérieur resterait dur et fragile. C'est ce qui est cause du bris de tant de tarauds qui sont revenus dans leurs filets, tandis que le corps est aigre. Il convient donc, pour ces objets, de les retourner souvent sur un feu doux; et il vaut mieux consacrer un peu de temps à cette opération, et avoir un bon outil, que de la précipiter, au risque de tout perdre à la première épreuve.

Dans certains cas, on fait revenir les objets sans les remettre au feu. Cela a principalement lieu lorsque l'objet à tremper a une certaine longueur, et qu'il ne doit être trempé que par un bout. Aussitôt que la partie qui doit être dure est trempée, on l'éclaircit, et la chaleur amassée dans le restant de la pièce, qui a été refoulée par l'immersion, se répart bientôt sur la partie trempée et la ramène à la couleur désirée; on plonge alors de nouveau et en entier. Les objets ainsi revenus acquièrent une très-bonne trempe, et l'on fera bien d'employer ce moyen toutes les fois qu'il sera praticable.

Quelle que soit la simplicité de l'action de tremper, il n'est cependant pas possible de l'exposer absolument dans des démonstrations purement théoriques. Dans cette partie, comme dans la majeure partie des autres, il faut que l'expérience et le travail viennent à l'appui des préceptes; il faut voir et faire

pour réussir. Les premières fois qu'on trempe, on obtient le dur, mais difficilement le degré voulu et déterminé par l'usage de l'outil; certaines pièces offrent d'ailleurs des difficultés qui ne seront surmontées que par des mains exercées. Quoi qu'il en soit, cette importante opération, pour laquelle il ne faut que du feu, de l'eau et du savoir, est à la portée de tous, et nous regrettons qu'on n'apprenne point à tremper à tout le monde : mille fois dans la vie on s'applaudirait, sans être ouvrier, d'en connaître le moyen, et il ne faudrait pas un jour de travail pour l'acquérir. Combien ne perd-on pas de temps en courses, en incertitudes, en recherches, pour faire réparer ou améliorer les ustensiles qui nous servent journellement, et qu'il suffirait souvent de chauffer et refroidir à propos pour les amener à remplir nos désirs ou à satisfaire nos besoins.

Avant de passer à la *trempe à paquet* par laquelle nous devons terminer notre travail, nous insérons ici, plus dans l'intention de procurer au lecteur la lecture d'essais intéressants que pour son instruction, un extrait d'un ouvrage anglais contenant le rapport fait à l'Association britannique de Birmingham, sur les essais de trempe au marteau de M. W. Greener. Il sera utile de se faire une idée à peu près fixe sur ces trempes au marteau tant vantées! et dont jusqu'à ce jour nous n'avons pas vu les résultats.

« ... *Les lames d'épée* ou de *sabre* sont encore une autre fabrication à laquelle s'applique ce perfectionnement (le corroyage fer et acier et le martelage prolongé).

» Toutes les recherches de l'auteur l'ont convaincu que les Arabes produisaient d'une manière analogue leurs belles lames de damas, c'est-à-dire en employant deux aciers à différents degrés de carburation, en les mélangeant intimement et les tordant de diverses manières fantastiques, en observant toutefois certaines règles dans cette opération capricieuse.

» Dans tous les cas, il est disposé à croire que les Arabes

ne trempent pas en chauffant et en plongeant les lames dans un liquide froid, comme on le pratique à présent en Europe. Si l'on soumet une lame de damas à l'action d'un acide, on fait apparaître sa structure laminée ; si on la chauffe et qu'on la plonge dans l'eau, il y a cristallisation, et la structure laminée disparaît pour toujours. Du reste, sans discuter le mode actuel de tremper l'acier, il rappelle simplement ce fait, que jusqu'à présent on n'a pas produit en Europe de lames égales en tenacité à celles dites de damas.

» Les inspecteurs des armes blanches en Angleterre ont déclaré, en plein Parlement, que les lames fabriquées à Birmingham n'étaient pas propres au service de l'armée ; l'auteur s'est assuré par des recherches spéciales, que tremper l'acier par cristallisation, c'est-à-dire à la manière ordinaire, n'est certainement pas un procédé avantageux. Les sabres de damas, dans leur état fibreux ou trempés au marteau, sont du double plus difficiles à rompre que la meilleure lame fabriquée en Angleterre ; mais si on la trempe de la même manière que ces dernières, ils ne présentent pas plus de tenacité qu'elles.

» Le damassé est détruit par le carbone qui se distribue uniformément, l'acide ne peut plus le développer ; il a entièrement disparu. Mais si on observe attentivement à la loupe, on verra que ce qui est actuellement une masse pure de cristaux était antérieurement un système fibreux d'une disposition des plus délicates et des plus élégantes. La tendance de toute cristallisation à perdre de sa tenacité, et à se séparer par les actions répétées des ondes de vibration, est un fait connu de tous les savants.

» D'après ces faits et d'autres encore, on pourrait conclure que les lames fabriquées avec des aciers dissemblables, trempées par la condensation de leurs fibres, par des martelages répétés, ou une infinité d'autres moyens que nous facilite l'état de perfection de la mécanique, doivent être les meilleures. On

doit donc espérer sous peu de temps voir chaque soldat armé d'un sabre aussi bon, mais bien moins cher que ces damas auxquels on attache un si haut prix.

» Enfin, une question qui n'a pas aujourd'hui moins d'importance, est celle de la construction des essieux pour chemins de fer. Si l'expérience démontre que l'addition d'un tiers d'acier à deux tiers de fer double la force d'une pièce ainsi construite, pourquoi ne pas adopter ce perfectionnement pour les essieux de chemins de fer et les arbres et autres pièces de machines, d'où dépendent la vie et la sécurité de milliers d'individus? Quelques mois avant la mort de George Stephenson, M. Greener le consulta sur la possibilité de perfectionner cette partie des constructions, et, à son instigation, il a entrepris un nombre considérable d'expériences. Il lui a semblé, comme un fait démontré que, d'après l'affinité que le fer offre pour les divers degrés d'électricité, on peut attribuer à l'électricité galvanique la cristallisation rapide qui a eu lieu dans les essieux de chemins de fer, après qu'ils ont parcouru un certain nombre de milliers de lieues.

Tous les ingénieurs savent que les essieux construits avec le fer homogène le plus fibreux prennent un état cristallin des mieux prononcés, qui s'étend jusqu'à plusieurs centimètres au-delà de la fusée. On peut attribuer cet effet à l'action galvanique engendrée par le frottement entre les coussinets et la fusée pendant le mouvement rapide de la locomotion. C'est à cette action que l'auteur croit aussi devoir rapporter la tendance marquée des essieux à s'échauffer. Afin de s'en assurer, M. Greener a soumis des fils de divers métaux, depuis le fil-de-fer ordinaire jusqu'au fil de son acier laminé, à un courant énergique et soutenu d'électricité pendant une période de deux heures, courant qui a en effet transformé la fibre des fers inférieurs en un état cristallin, et détruit entièrement leur ténacité, au point de leur donner la fragilité du verre. L'état

éminemment fibreux, tant du mélange acier et fer que de l'acier fibreux, n'a pas été altéré au même point, même après le passage du courant pendant une période de temps double. Il en a conclu que des mélanges d'acier et de fer, dans la fabrication des essieux, non-seulement ajouteraient à la durée et à la sécurité de ceux-ci, mais diminueraient matériellement la consommation des matières de graissage. Ce résultat sera aussi doublement obtenu par l'adoption d'un essieu perforé, non pas d'un essieu creux, qui exige un diamètre et une surface de plus grande étendue, mais d'un essieu ayant exactement les dimensions actuelles, et percé au centre d'un trou qui n'excéderait pas 5 à 6 millimètres de diamètre. Du reste, cette question est assez importante pour que l'auteur croie devoir la traiter par la suite dans un mémoire particulier.

» C'est à l'adoption d'une étoffe acier et fer que l'auteur attribue le succès de l'emploi du harpon à canon ; pendant de longues années, en effet, on n'avait pas pu rencontrer de fer qui résistât efficacement au mouvement rapide que lui imprimait la poudre à canon.

» C'est un fait incontestable que tous les canons de fusils ne résistent qu'à un certain nombre d'explosions, et qu'un fusil à canon ordinaire supporte rarement la répétition de quatre charges d'épreuve ; quelque parfaite que soit la qualité de ce canon, l'usage pendant un certain nombre d'années change sa nature et en rend l'emploi peu sûr. Il en est de même des essieux de chemins de fer comme de toutes les pièces de ce métal qui, après un temps donné, se dépouille de toutes les qualités appréciées. A cette occasion s'élève naturellement la question de savoir si la construction des ponts horizontaux en fer peut répondre pendant une longue suite d'années aux espérances qui en avaient été conçues. Les ondes de vibration dues au passage rapide de la locomotive ont tous les caractères de celles qui naissent par des chocs et des percussions,

et sous ce rapport elles sont de nature à être classées parmi celles qui ont un effet des plus nuisibles. »

Après la lecture de ce mémoire, M. Stephenson, président de la section des arts industriels, a fait remarquer le danger qu'il y avait à établir des faits et des raisonnements sur l'hypothèse dont il vient d'être qnestion. D'abord, par rapport à l'influence des vibrations sur la structure du fer, il croit qu'il y a tout lieu de douter que la force portante ou la pression sur les métaux amène la cristallisation; qu'on n'a nullement démontré que les essieux de chemins de fer fussent exposés au passage de courants électriques; et supposant vérifiée l'hypothèse que le passage de courants d'électricité change le caractère du fer, il manquait un anneau dans la chaîne du raisonnement, puisqu'il n'est pas prouvé que les essieux soient soumis à l'influence électrique. Quoi qu'il en soit, il doute que des pièces de fer, d'abord parfaitement fibreuses, aient par les vibrations éprouvé un changement dans la structure du métal. Les balanciers des machines à vapeur du Cornwall sont soumis à une immense pression, et cependant ils ne deviennent jamais cristallins. Les bielles des locomotives sont assurément exposées à des vibrations considérables, des efforts et des pressions très-grandes, puisqu'elles oscillent huit fois par seconde lorsque la vitesse est de 40 milles à l'heure; hé bien! il a observé pendant trois années de suite la détérioration d'une de ces bielles, et n'a pu y découvrir le plus léger changement dans la structure du fer. Il doute conséquemment de l'exactitude de l'hypothèse dont M. Greener est parti.

Trempe en paquet.

Ce qu'on nomme *trempe en paquet*, c'est la conversion du fer en acier; c'est la répétition en petit de ce qui est fait en grand dans les manufactures d'acier. Cette opération est sou-

vent pratiquée dans les arts, et, dans beaucoup de professions, on y a souvent recours. La trempe en paquet n'est pas seulement un moyen qu'on peut négliger, suivant le caprice; elle est assez souvent une nécessité absolue; il est donc indispensable de la connaître. Dans beaucoup de circonstances, l'emploi de ce moyen est laissé à l'arbitraire de l'ouvrier, qui peut se dispenser d'y avoir recours en faisant d'abord ses outils en acier.

On se sert rarement de la trempe en paquet pour convertir le fer en acier. Quand une pièce doit être entièrement d'acier, il est plus avantageux de la faire d'abord en acier; les outils tranchants sont de ce nombre. Quant aux outils qui ne sont pas sujets à être aiguisés, tels que les gros tarauds, les coussinets des grosses filières et autres, il convient mieux de les faire en fer, sauf à les tremper ensuite en paquet. Cette trempe a cet avantage, qui lui est propre, de recouvrir le fer d'une couche d'acier plus ou moins épaisse, à volonté. Lorsqu'il ne s'agit que d'obtenir un poli brillant, on peut ne recouvrir le fer que d'une couche extrêmement mince, qu'on tiendra plus épaisse si l'opération a pour objet de rendre le fer capable de mieux résister à des frottements ou à des chocs. Un fût de filière double, trempé en paquet, a une valeur bien plus grande, et la filière rend un meilleur service.

La trempe en paquet est encore employée comme moyen de bonification de la trempe ordinaire. Des limes, qui ont été retaillées, ont-elles perdu du corps par suite des trempes successives, on le leur rend au moyen de la trempe en paquet; et, si l'on a fait des marteaux avec de l'acier vieux, il est également prudent de les tremper de cette sorte; en général, encore bien qu'ils soient chargés d'acier de bonne qualité, il est toujours bon de tremper les marteaux en paquet; ils sont moins sujets à se déformer.

Si, pour dire à nos lecteurs comment se fait cette trempe,

nous entreprenions de rapporter toutes les méthodes écrites, et celles plus nombreuses qui sont en circulation dans les ateliers, nous leur rendrions un mauvais service; nous ne ferions qu'embrouiller ce qui l'est déjà assez. Il existe peu d'ouvriers en fer qui n'aient chacun leur méthode bonne, à l'exclusion de toutes les autres. Les ouvriers ont une tendance à faire mystère de bien des choses, et c'est surtout dans leur manière de composer le paquet, qu'ils se livrent à cette tendance. A les entendre, leur secret, chèrement payé, vient toujours de fort loin, et c'est toujours par cas fortuit qu'ils l'ont attrapé. Nous invitons ceux à qui l'on fera ces contes à n'y faire nulle attention, et à faire comme nous l'avons toujours fait avec le plus grand succès, leur paquet simple ou très-peu compliqué.

Les ouvriers ne sont pas d'accord dans le choix du fer destiné à être trempé en paquet : les uns prétendent qu'on doit préférer le fer doux, parce que dans la fabrication en grand de l'acier, c'est ce fer qui se convertit mieux; d'autres prétendent qu'on doit préférer le fer dur. Nous avons trempé en paquet des fers de toute nature, sans remarquer une différence appréciable quant à la dureté. Cependant, comme il est de fait que la partie du fer non aciérée devient très-aigre par suite de cette opération, nous inclinons vers l'opinion de ceux qui préfèrent le fer doux. Le fer originairement aigre doit devenir trop cassant, et c'est à cette cause que nous avons toujours attribué la rupture d'un grand nombre d'objets de petite dimension, tels que vis de pression et autres de ce genre, faits en fer aigre, aigri encore par la trempe en paquet. Nous conseillons donc, sans cependant rien affirmer de positif à cet égard, de choisir du fer doux.

Une méthode très-simple consiste à réduire du charbon de chêne, d'orme ou de hêtre, en poudre fine ; on remplit avec cette poudre une boîte en tôle appropriée aux objets qu'il

s'agit de tremper. Nous nous sommes servi avec succès d'un vieux bout de tuyau de poêle, fermé par les deux bouts par des ronds en tôle, enduits de terre grasse, pour boucher les jours. Toute matière réfractaire peut servir à faire la boîte ; un morceau de tuyau en fonte, une cruche en grès, un grand creuset, ou toute autre chose. La boîte remplie, on fourre les objets à tremper dans la poudre de charbon. Si l'on a beaucoup d'objets, il convient de les disposer suivant un ordre quelconque, pour en faire tenir davantage; dans ce cas, on met la poudre et les objets alternativement, et par lits, en ayant soin toutefois que les objets ne se touchent pas entre eux et ne touchent pas la boîte. Quand elle est remplie, on la ferme et on la lute.

Pour chauffer cette boîte ou paquet, on bâtit, avec des briques, un fourneau dans un coin de la forge, dans l'âtre d'une cheminée ordinaire, ou simplement dans une cour ou tout autre endroit découvert. La manière de construire ce fourneau est très simple ; les briques sont posées sans aucun mortier, et seulement pour soutenir les charbons ; on laissera un espace entre chaque brique, afin que l'air arrive de tous les côtés. L'arrangement des briques dépend de la forme de la boîte. Si elle est haute, on en met plusieurs les unes au-dessus des autres, afin de maintenir le charbon qui doit environner la boîte de toutes parts.

Quand les briques sont arrangées, on prend du charbon de bois, concassé s'il est gros, on en fait un fort lit par le fond, on pose la boîte, on l'entoure de charbon, et on en met par-dessus; on allume le tout, et on veille, pendant la combustion, à ce qu'il y ait toujours du charbon dans le bas et par les côtés ; on en passe des morceaux par les jours qui sont entre les briques, on en verse sur le dessus. S'il n'y avait pas de courant d'air naturel, et que le feu ne fût pas assez actif, on pourrait souffler, soit avec un soufflet ordinaire, soit en agitant

une grande planche ; mais, assez ordinairement, il s'établit un tirage suffisant.

Il faut que le paquet qui est dans le milieu du feu rougisse, couleur de cerise clair ; on doit mettre du charbon en conséquence, et tenir le feu dans cet état pendant trois heures, s'il s'agit seulement de recouvrir les fers d'une couche d'acier suffisante pour obtenir un beau poli. Si l'on veut que les objets soient assez traversés pour résister aux chocs, frottements durs, et autres causes de déformation, on tiendra le feu pendant quatre heures, et pendant cinq, six, et même davantage, si l'on veut que la couche d'acier soit plus épaisse. Pour les tarauds, on fait bien de laisser six heures, afin que les filets soient entièrement convertis en acier, et qu'il n'y ait plus que le milieu du corps du taraud qui soit en fer.

Le feu ne doit jamais se ralentir sensiblement pendant l'opération ; le paquet doit être tenu rouge clair pendant tout ce temps. Lorsqu'on juge que la couche d'acier est assez épaisse, ce qui s'estime par la durée du feu, on s'apprête à tremper. Tout doit être préparé avant de démolir l'édifice, le baquet plein d'eau, les pinces, etc. On dérange alors les briques ; on saisit promptement le paquet, on l'ouvre sans tarder, et l'on ramasse à l'instant les objets pour les plonger de suite. Cette opération demande de la vivacité et lorsqu'il y a beaucoup d'objets de renfermés dans le paquet, il est prudent d'avoir deux baquets et d'avoir un aide pour ramasser les objets ; si l'on tardait et qu'ils perdissent leur couleur rouge cerise, il serait inutile de les tremper, il faudrait les mettre dans un nouveau paquet.

Il arrive cependant, surtout lorsque les objets à tremper sont petits et nombreux, qu'on n'a pas le temps de les ramasser tous, ou qu'il s'en trouve un ou plusieurs d'égarés dans le charbon et qu'on ne retrouve que lorsqu'il n'est plus temps de les tremper. Dans ce cas, on les remet à feu nu, ou les fait

rougir et on les trempe comme de l'acier ordinaire; on réussit si la couche d'acier est épaisse; mais si le paquet a été peu de temps au feu, il faut absolument refaire un paquet, parce que cette couche mince dont les objets étaient recouverts est consumée par l'oxydation, lors de la remise au feu nu, et qu'alors il ne reste plus qu'un fer aigre, non susceptible d'être poli.

On ne fait pas revenir les objets ainsi trempés.

Nous avons trempé très-dur, par les moyens que nous venons de donner; mais nous devons convenir que nous avons également réussi au moyen d'une autre manière, et que même, les objets que nous avons encore en notre possession, ont acquis un plus haut degré de dureté, degré tel que l'acier fondu, de meilleure qualité, ne nous a jamais rien offert de pareil. Cette plus grande dureté acquise ne doit point étonner; car la trempe en paquet présente cet avantage qu'il n'est pas absolument nécessaire de faire revenir les objets trempés, le milieu restant fer simple, l'outil n'est pas fragile, quoique la superficie conserve tout son dur. Voici comment nous avons procédé en suivant les indications d'un trempeur habile.

Nous nous sommes procuré de la suie calcinée et onctueuse, la suie folle et légère ne vaut rien. La suie calcinée doit être noire, compacte, pesante; celle provenant des tuyaux de poêle est moins bonne que celle des cheminées. Nous avons réduit cette suie en poudre et nous en avons formé un paquet qui a donné une trempe très-dure; mais peut-être cette qualité de la trempe provenait-elle de la promptitude de l'opération, lors du retrait de la boîte du feu, et de la fraîcheur de l'eau; car dans la trempe en paquet, comme dans celle ordinaire, il faut aussi tenir compte des circonstances qui doivent accompagner les bonnes trempes.

La condition que le paquet soit hermétiquement fermé et qui est prescrite par tous les praticiens, n'est pas toujours

une condition essentielle de réussite, il nous est arrivé de tremper à découvert, et les tarauds qui faisaient partie de ce paquet et qui sont encore en notre possession, ont travaillé pendant plus de dix ans, sans que le sommet des filets ait blanchi, encore bien qu'ils aient servi de mères pour tarauder des coussinets de filière en acier fondu, non recuits et par conséquent très-durs, et à toutes sortes d'autres ouvrages.

Nous avons fait le paquet dans une vieille casse de fonte et l'avons composé ainsi qu'il suit : râpure et tournure de corne, une couche ; vieilles savates torréfiées et divisées par morceaux, une couche mêlée avec la première, objets à tremper, une couche. Ces objets ont été frottés d'ail, circonstance qui, à notre avis, et quoiqu'il y ait contradiction, concourt à assurer la réussite de la trempe ; une poignée de sel ammoniaque, une couche de râpure de corne et de savates recouvrait les couches successives, on répandit de l'urine sur le tout. La casse ainsi remplie, fut mise en plein air, sous une grande porte sur un trépied de fer, et cachée dans un tas de charbon qui enveloppait le tout. Un courant d'air, résultant de la situation du lieu, alimenta la combustion qui dura cinq heures. Il sortit dès le principe une fumée épaisse, la corne fondit ; mais lorsque tout fut rouge, le paquet se comporta comme s'il eût été bouché, peut-être s'est-il formé dessus une couche de matières fondues qui a intercepté l'air, peut-être, suivant l'opinion de celui qui dirigeait l'opération, le contact de l'air ne peut-il avoir lieu dans ce cas, puisque cet air est chassé par l'effusion des vapeurs, toujours est-il que la trempe fut très-bonne.

Il est une infinité de pièces qu'il serait dispendieux et difficile de faire en acier et pour lesquelles il convient mieux d'avoir recours au paquet ; indépendamment de l'avantage qui résulte de la dureté sous le rapport de la non-déformation, cette trempe présente encore cet agrément que les pièces qui en sont revêtues sont moins sujettes à l'oxydation.

Les maréchaux et forgerons acièrent aussi des fers devant être soumis à des frottements réitérés ou a des chocs, par un moyen très-simple. Supposons qu'il s'agisse d'aciérer le taillant du coutre d'une charrue. On met le fer au feu, on l'amène à la chaude suante ; on a préparé un ou deux éclats d'une marmite de fonte blanche et, lorsque le fer est bouillant, on le retire du feu et on y incorpore cette fonte à coups de marteau, puis on le remet au feu ; la fonte est plus fusible que le fer, et se combine entièrement avec lui, en lui faisant part du carbone qu'elle contient en excès. Le fer étant revenu à la couleur cerise sous les coups du marteau qui le parent, on le plonge dans l'eau, et le coutre est trempé très-dur et fera un très-bon usage.

On emploie ainsi la fonte blanche, pour aciérer dans beaucoup d'autres circonstances.

Prussiate de potasse.

On peut aussi aciérer instantanément divers outils faits primitivement en fer, à l'aide du *prussiate de potasse.* On trouve ce cément, chez tous les pharmaciens, à un prix très-modéré ; ce qui pourrait nous dispenser de dire comment il s'obtient, lorsqu'on veut le faire soi-même. Pourtant, les ouvriers éloignés des grandes villes ne seront pas fâchés de pouvoir en faire.

On prend un canon de fusil, dont on bouche la lumière ; on met au fond o kil. o3o5 (1 once) corne de cerf râpée ; puis, un mélange de o kil. o153 (4 gros) de carbonate de potasse et o kil. oo76 (2 gros) de charbon ; on bouche, et on fait rougir pour calciner. On obtient ainsi le cément, ou bien encore avec une matière animale quelconque, chauffée, séchée et non calcinée, de la limaille ou tournure de fer en petite quantité et de la potasse, et en soumettant le tout à une chaleur rouge ; mais on aura plus tôt fait, si on se procure ce produit tout fabriqué.

Pour l'employer, on chauffe à blanc le fer qu'on veut acié-rer, et on le tourne et retourne dans le prussiate de potasse, préalablement broyé avec un marteau, soit sur le bord de l'enclume, soit sur un coin de la forge : on a soin de ne point respirer la fumée qui s'élève. Le prussiate fond et s'attache après le fer ; si ce fer a perdu son rouge, on le remet au feu, et lorsqu'il est revenu à la couleur requise pour la trempe de l'acier, on fait l'immersion et toute la partie qui a absorbé le prussiate est acier trempé.

Depuis quelques années tous les maréchaux, taillandiers, serruriers, connaissent ce cément d'un emploi si facile et en font usage.

Brasure.

Braser, c'est réunir deux parties de métal, au moyen d'un métal intermédiaire plus facilement fusible ; ce dernier prend le nom de *soudure*. Voici comment se fait cette opération : Supposons qu'il s'agisse de faire une virole en fer d'un diamètre indéterminé. On commencera par couper dans une feuille de tôle ou autre fer plat, une bande plus ou moins longue ; on limera carrément les deux côtés qui doivent être brasés, si l'on veut que la virole soit cylindrique, sinon en inclinant, si on veut lui donner de l'entrée, la faire conique. On recourbera sur elle-même la feuille de métal en approchant l'un de l'autre les côtés qu'on aura limés, qu'on aura soin de ne toucher, ni avec les doigts, ni avec un corps pouvant y déposer de la graisse ou des ordures. Lorsque les bouts seront rapprochés et que la virole aura déjà la forme qu'elle doit conserver en définitive, on la liera avec deux bouts de fil-de-fer, puis on placera dans la fente ou sur la fente, si la jointure est exacte, ce qui vaut mieux, et en dedans, quelques copeaux de soudure. Pour le fer qui ne fond pas, tout métal pourra servir de soudure ; on choisit ordinairement le cuivre ;

rouge ou le cuivre jaune. On pourrait braser de la sorte, mais il faudrait un feu trop violent et le fer se détériorerait. Pour n'avoir pas recours à une température aussi élevée, on emploie un corps plus fusible que le cuivre, qui facilite sa fusion ; c'est le borax, ou à défaut, du verre pilé ou certains sables vitrifiables ; on recouvre les copeaux, ou le lingot de soudure et d'une pincée de ce fondant.

Les choses ainsi préparées, on placera sur les charbons la douille, un bout tourné du côté de l'opérateur, et, autant que possible, de manière à ce que la lumière arrive par le bout opposé et éclaire l'endroit ou la fusion doit avoir lieu ; il va sans dire que cet endroit sera tourné en dessous. Après avoir recouvert le tout de charbon ; mais sans boucher l'intérieur et les deux orifices, on fera mouvoir le soufflet. Pendant que le fer chauffera à feu vif, mais pourtant modéré, on aura l'œil fixé sur le borax, et l'on tiendra toujours la virole entre les pinces pour l'enlever au moment précis. Après qu'une fumée blanche se sera dissipée, apparaîtra sur la ligne de réunion un point très-brillant, que les ouvriers nomment *l'éclair;* ce point est le cuivre en fusion. On cesse le vent et par un léger mouvement de la main droite, on fait basculer la virole en l'ôtant du feu, si l'on croit avoir besoin de faire couler le cuivre le long de la fente ; sinon, c'est-à-dire, si l'on juge que le métal a fondu également tout le long, on retire sans incliner, sans précipitation ni secousse, la brasure est faite. On met *dérocher*, ou on répare avec la lime suivant le besoin. Si la virole est de cuivre, on brase à l'étain ou avec un alliage fusible, connu sous le nom de *soudure forte*.

—

VOCABULAIRE

DES

TERMES EMPLOYÉS PAR LES FORGERONS.

A

Acérain. Fer non homogène et qui contient des grains d'acier.

Acérir. Souder de l'acier avec le fer.

Acier. Fer contenant du carbone.

— *poule.* Sur lequel on distingue des petites bosses ou ampoules.

Acier brut. Acier de forge.

Acier cémenté. Fait avec du fer, artificiellement mélangé de charbon.

Adoucir le fer. Le rendre mou, par des chaudes et martelages successifs.

Affinage. Purifier le fer en en faisant sortir les matières hétérogènes.

Affinage à deux fusions.

— à la Bergamasque.

— à la Française.

— à l'Allemande.

— à la Wallone.

— à trois fusions.

Affinerie. Lieu où l'on affine.

Affineurs. Ceux qui affinent.

Agreyeur. Celui qui étire le fil-de-fer.

Aire. Fond uni.
— du creuset, côté opposé au-devant de la tympe.
— de l'enclume, sa planche, le dessus, la partie aciérée.
— des fourneaux, massif uni ou sole.
— de la forge, la paillasse.

Aléser. Rendre parfaitement cylindrique l'intérieur d'un tube.

Alésoir. L'outil qui fait l'*alésement.*

Allemandrie. Forge où l'on prépare le fil-de-fer.

Allure du feu. Sa marche.

Ame du soufflet. (Voy. page 105.)

Ampoule. (Voy. *Acier-poule.*)

Ancre. Crampon qui retient les massifs dans les hauts fourneaux.

Anneau. Fer soudé en cercle.

Anthracite. Houille sèche, très-difficile à brûler.

Arbalétriers. Longues barres de fer cintrées, supportant la faîture d'une ferme.

Arbélage. Fer aplati destiné à être converti en tôle.

Arbre. Pièce de fer ou de bois, portant des roues, des cames, etc. Essieu.

Arbue. Terre fondante.

Arcane. Mélange de métaux servant à l'étamage.

Arénage. Minerai sablonneux.

Argile. Terre grasse.

Arsénical. Fer contenant de l'arsenic.

Auge. Pierre creuse ou baquet où l'on met l'eau nécessaire à la forge.

Auge d'affinerie. Placée près des feux d'affinerie.

Auge des bocards. Dans laquelle on met les matières à pulvériser.

Avaler. Ramener la fonte devant la tuyère.

B

Bache des scories. Auge remplie d'eau dans laquelle les scories refroidissent.

Bacillaire. Terre argileuse.

Bajoue. Côté du soufflet en bois.

Banc de forgeron. Sur lequel il s'assied pour forger au martinet.

Banc de tréfilerie. Sur lequel il étire le fil-de-fer.

Bandelettes. Fer plat, étiré en bandes.

Banne. Voiture de charbon.

Baril. Cylindre en tôle pour emballer la tôle.

Batterie. Forge où on amincit le fer.

Battitures. Paillettes de fer oxydé qui se lèvent lorsqu'on martelle le fer.

Bidon. Fer que l'on soude pour former les maquettes des faulx.

Bigorne. Sorte d'enclume. (*Voy.* ce mot à la table des matières.)

Blettes. Ecailles levées sur la fonte quand elle se solidifie.

Bleuir. Couleur que prend le fer échauffé.

Bluettes. (Voy. *Battitures.*)

Bobines en fer ou en bois. Sur lesquelles on met le fil-de-fer.

Bocard. Machine pour briser et pulvériser.

Bocardage. L'action de se servir du bocard.

Bocqueurs. Ceux qui bocardent.

Boden (terme allemand). Masse de fonte qu'on destine au travail de l'acier.

Bogue. Cercle en fer sur lequel sont les pivots d'oscillation des marteaux.

Bonde. Cylindre de bois qui bouche l'ouverture du bocard.

Bottelage. Réunion en faisceau du fer en bande ou petit carillon.

Bouquer. Soigner le feu.

Branloire. (Voy. page 102.)

Brasque. Charbon pulvérisé mélangé d'argile.
Brassage. Emploi du ringard pour mêler la fonte.
Bride de champ. Qui retient les montants d'un laminoir.
Bride plate. Lien de fer au-dessous des brides de champ.
Bûche. Gros banc à tirer.
Buse. Le canon du soufflet.

C

Cadmie. Incrustation qui s'attache à la paroi d'un fourneau.
Cayeux. Petit instrument cylindrique servant aux mouleurs dans les fonderies.
Calcination. Chauffer les substances pour en faire évaporiser l'eau.
Calibre. Instrument divisé, servant à donner au fer qu'on forge l'épaisseur requise.
Calotte de forge. Masse de fonte au fond des creusets.
Cames. Etoquiaux, alluchon, faisant saillie sur un arbre ou un cylindre.
Cames de bocard.
— de marteaux.
— de bûche de tréfilerie.
Canard (Queue de). Fil-de-fer déchiré.
Carbonisation. Du bois réduit en charbon.
— de la houille en coke.
Carbure. Graphite. Etat du fer contenant plus de charbon que sa nature ne le permet.
Carburé (Fer). Fonte.
Carburé (sur-). Graphité.
Carillon. Fer de 10 à 15 millimètres carrés.
Carillonnerie. Forge où l'on fait spécialement le carillon.
Casse. Vase en fer battu.
Casserie. L'ensemble des divers vases. Forge où on les fabrique.

Cassier. Le fabricant de casserie.

Castine. Calcaire employé comme fondant.

Castiner. Mettre de la castine dans les forges pour donner de la qualité au fer.

Catalune (Forge). Méthode particulière de produire le fer doux.

Catin. Fourneaux à creusets.

Caton. Fer de petit calibre préparé pour les tréfileries.

Cément. Toute matière employée pour convertir le fer en acier.

Cémentation. L'action d'employer le cément pour la conversion du fer.

Chabotte. Massif de fonte supportant les enclumes.

Chaînon. Anneau qui sert à tenir les pinces serrées. On dit aussi *coulant.*

Chambrière. (Voy. page 28.)

Chape. Monture d'une poulie, — couvercle du vide d'un moule.

Chapelle d'un fourneau. Partie comprise entre la tympe et le gueulard.

Charbonnaille. Petit charbon.

Charbonnière. Lieu où l'on conserve le charbon.

Charrue. Petite houe ou masse avec laquelle on creuse le moule de la gueuse.

Chaude ou *Chauffe.* Chaleur donnée au fer.

Chauffer à blanc. Donner une chaude suante.

Chaufferie. Endroit où l'on chauffe le fer.

Chauffeur. Ouvrier qui chauffe le fer.

Chauffure. Défaut dans le fer ou l'acier trop chauffés.

Chemise. Terme de moulerie, noyau qui occupe la place du vide qui doit être rempli par la fonte.

Chiffes. Chiffons que les agreyeurs emploient pour envelopper leurs mains lorsqu'ils tirent le fil-de-fer.

Chio. Ouverture pour laisser passer la fonte et les scories.

Chouquet. Billot pour rabattre les filières.

Cignole. Manivelle pour donner le mouvement aux soufflets.

Cinglard. Gros marteau qui sert à cingler les lopins.

Cingler. Frapper la loupe de fonte avec le cinglard.

Cisailler. Couper, diviser le fer avec les cisailles.

Cisailles. Forts ciseaux servant à couper les tôles et autres fers de peu d'épaisseur.

Clapet. Partie d'une soupape, ou ventouse, c'est la porte qui s'ouvre et se ferme pour la prise d'air des soufflets.

Cloches. Soufflets hydrauliques.

Cloutière ou *Clouière.* (Voy. pag. 144.)

Cochon. Masse de fonte qui engorge un fourneau.

Cograins. Echardes de fer qui s'attachent aux trous des filières à tirer.

Conches. Mesures pour le minerai, on dit aussi *conges.*

Contre-empoise. Pièce de bois ou de fonte qui sépare les tourillons des cylindres dans les découpoirs de fonderie.

Contre-vent. Face des creusets opposée au vent.

Coquille. Sorte de moule pour les sphères.

Corps. On dit qu'un acier a du corps, lorsqu'il est dur sans être sec ni cassant.

Corroyer le fer. Le façonner sous l'effort du marteau.

Cottières. Barres larges qu'on soumet au marteau.

Coulière. Fer plat de 1 centimètre d'épaisseur sur 1 décimètre de largeur.

Courbotte. C'est la branloire. (*Voy.* ce mot.)

Court-bandage. Sorte de fer marchand.

Courtine. Espace au-dessous du gueulard où l'on verse la charge.

Craches. Rejet de matières par le devant de la tuyère.

Cran. Défaut dans le fer forgé.

Chasse. (Voy. pag. 142.)

Creusets. Vases de terre réfractaire employés pour fondre les métaux.

Cric. Sorte de tôle.

Criques. Fentes qui se font dans l'acier trempé trop chaud.

Crissures. vides ou crispures qui se font à la superficie des fils-de-fer.

Croard. Crochet en fer pour brasser la fonte en fusion.

Crosse. Fer que l'on soude aux fers que l'on veut forger pour les tenir facilement.

Crot (Mettre le fer au). Grillage de fer destiné à être coulé en plaques.

Culot. Petite masse de métal fondu au fond du creuset.

Culotte ou *culeton.* La partie du soufflet opposée à la têtière. Le ventilateur.

D

Dalles. Gouttières en fer qui supportent les fers à mesure qu'ils s'étendent sous le martinet.

Damas. Sorte d'acier.

Dame. Partie d'un fourneau au-dessous de la tympe.

Davier. Anneau qui sert à serrer le bout du fer qui doit passer à la filière.

Décapage. Séparation de l'oxyde qui couvre les tôles.

Décaper. Faire le décapage.

Découpoir. Machine emporte-pièce.

Déflagration. Inflammation du métal, avec étincelles.

Diaphragme d'un soufflet. Planche immobile entre le battant du ventilateur et le dessus du réservoir d'air.

Docimasie. Essai des minerais.

Doublon. Fer replié, destiné à faire deux feuilles de tôle.

Dragée. Fer réduit en grain.

Dressage. L'opération de dresser les barres de fer.

E

Ebroudis. Travail de la troisième bûche dans les tréfileries.

Ecossaise. Crochet de fer pour fourgonner.

Ecotage. Fil-de-fer travaillé dans la seconde bûche des tréfileries.

Ecoteur. Ouvrier attaché à la première bûche.

Egouvillonner le feu. Mouiller le charbon de la forge à l'extérieur.

Ecran des forgerons. Planche de tôle que les forgerons suspendent entre eux et le feu.

Ecrier. Nettoyer le fil-de-fer oxydé par la chauffe.

Egrainer. Se dit d'un acier trop dur qui se broie sous le choc.

Egrappoir. Machine pour nettoyer le minerai.

Emboutir ou *Amboutir.* Faire bomber.

Empiche, fion, truc, chic. Bonne manière de faire.

Empoese ou *Empoise.* Coussinets, supports des arbres et cylindres.

Empoule. (Voy. *acier.*)

Enclume. (Voy. pag. 125.)

Enclumier. L'ouvrier qui fait les enclumes.

Encrénée. Pièce forgée par le milieu.

Entrait. Une ou plusieurs longues barres de fer. Corde de l'arc formé par les arbalétriers d'une ferme en fer.

Enseigne. Sorte de tôle.

Eprouvettes. Barres de fer mises dans le fourneau de cémentation pour juger du dégré d'accération.

Escarbilles. Menu charbon de houille qui passe à travers les grilles.

Espatar. Cylindres pour aplatir le fer.

Estibois. Estibot. Billot sur lequel on lime le fil-de-fer en pointe.

Etalages. Partie supérieure du fourneau qui compose le grand foyer.

Etampes. (Voy. pag. 132.)

Etirage. Allongement des barres par le marteau ou le laminoir.

Etoffe. Barre formée de plusieurs aciers ou de fer et d'acier.

Etrille. Sorte de tôle.

Etrier. Lien de fer coudé carrément en deux endroits.

Events. (*Moulerie*). Issues données à l'air contenu dans le creux des moules.

F

Faix. On dit *donner trop de faix* lorsqu'on fait passer le fer par une cannelure de cylindre forgeur ou par le trou d'une filière trop étroits pour la grosseur du fer.

Fanton. Fer aplati en verges, d'environ 22 millimètres d'épaisseur sur environ 11 centimètres de largeur.

Fat. Mesure pour charger le minerai.

Faux-taillants. Petites rondelles qui séparent celles des taillants dans une machine de fonderie.

Fazin. Charbon en poussière; on dit aussi fassin ou fraisil.

Fenderie. Usine et machine à fendre le fer.

Fendilles. Gerces dans le sens de la longueur des barres.

Fer à grains. Dont la cassure est grenue.

— — moyens.

Fer aigre.

— affiné.

— à lames.

— brisant à chaud.

— cassant à froid.

— cassant et brisant.

— cendreux.

— cru, fonte.

Fer doux, ductile.
— dur.
— fibreux.
— frisé.
— granulé.
— marchand.
— maréchal.
— martiné.
— mazé.
— mélangé.
— nerveux.
— rouverin.

Ferronnerie. Usine où l'on travaille les ustensiles de fer.

Ferronnier. Qui travaille et vend le fer.

Ferme. Assemblage de plusieurs barres de fer soutenant le comble d'un bâtiment.

Feu de tôlerie. Foyer dans lequel on chauffe les tôles.

Feuillard. Fer aplati en verges de 28 à 30 millimètres d'épaisseur sur 0m081 de largeur.

Fibreux. Fer qui présente des filaments dans sa cassure.

Fil-de-fer. Fer rendu rond en passant par les trous d'une filière.

Filer le fer. Le faire passer par des trous qui l'arrondissent et l'allongent.

Fileries. Etablissements où l'on fait le fil-de-fer.

Filières. Plaques d'acier percées de trous à travers lesquels passent les fils-de-fer.

Finerie. Fourneau pour fondre le *fine-métal,* fonte sur-carburée.

Flameron. C'est la même chose que *fumeron.*

Fléau des soufflets. (Voy. pag. 102.)

Flux. Substances employées pour faciliter la fusion des minerais, il y en a de blanc, de cru, noir.

Fondage. Traitement des minerais dans les hauts fourneaux.

Fondants. Substances terreuses employées pour faciliter la fusion.

Fond-d'affinerie. Plaque de fonte au fond des fourneaux d'affinerie.

Fonderie. Usine pour la refonte de la fonte.

Fonte. Fer non épuré.

Fonte blanche, — blanche argentine, — blanche matte, — blanc truitée, — blanche vive, — brute, — carburée, — dure. — en grains, — grise, — grise claire, — noire, — truitée, — truitée blanche, — truitée également, — truitée grise, — sur-carburée, — *fine-métal*, — tendre, — de première, — de seconde fusion.

Foret. Tige d'acier pour percer des trous.

— langue de carpe.

Forge. (Voy. pag. 5.)

— à l'anglaise, garnie de cylindres forgeurs.

Forgeage. Compression du fer par le martelage.

Forgis. Tringle étirée pour les tréfileries.

Fourgon. Instrument servant à pousser les charbons.

Fourneau. Massif qui contient un vide dans lequel on brûle du combustible.

Foyer. L'endroit où le combustible est en ignition.

Fraisil. (Voy. *Fazin*.)

Frayeux. Pièce de fonte qui sert de point d'appui aux ringards, lorsqu'on les emploie comme leviers.

Frette. Anneau en fer plat dont on renforce les moyeux des roues.

Frisé. Fil-de-fer dont le corps est inégal.

Frittes. C'est le synonyme de *scories*.

Fromage. Masse de terre réfractaire qui supporte les creusets.

G

Gambier. Crochet de fer pour recevoir le fer refendu lorsqu'il sort des rondelles des fonderies.

Gangues. Terres qui accompagnent le minerai dans les filons.

Gerçures. Fentes dans le fer.

Gisement des minerais. L'endroit où ils se trouvent, on dit aussi *gîte.*

Grains. Fer qui contient des parties qui résistent à la lime.

Grainure. Grains de la cassure des fers et des fontes.

Graphite. Combinaison de fer et de carbone (*plombagine*).

Greillade. Poussière de minerai grillé.

Grillage. Action du feu sur les minerais pour vaporiser l'eau. — des blettes, préparation qu'elles subissent avant d'être affinées.

Grilleur. Celui qui grille les minerais.

Grillot. Enfoncements grenus qui se manifestent à la superficie des fers aigres qui n'ont pas été bien chauffés.

Grumillons. Cristaux qui s'échappent des maquettes qui ont été trop chauffées lorsque le marteau vient à les frapper.

Gueusat. Petite gueuse.

Gueuse. Masse de fonte en prisme triangulaire.

Guhr. Substance visqueuse, terreuse et métallique.

H

Halde. Monceau de déblais retirés des mines.

Hauts fourneaux. Fourneaux qui excèdent 4 mètres de hauteur.

Herbue. Terre alumineuse employée comme fondant.

Houille. Charbon minéral.

Houille bacillaire en baguette, — compacte, — feuillette, — grasse, — maigre, — sèche, — schisteuse.

Hurasse ou *Hus.* Anneaux en fer (Voy. *Bogue.*)

J

Japonais (sorte d'affinage). Pour obtenir de l'acier.
Jauge. Compas d'épaisseur pour mesurer les fils-de-fer.

K

Kalbrecht. Fer cassant.
Kernstahl. acier mou, commun.
Koq et *Korb*. Mesures pour charger le charbon.

L

Lachefer. Ringard pointu avec lequel on perce le bouchage du fourneau.
Laiterol. Le devant des fourneaux d'affinerie.
Laitiers. Verres terreux qui se forment dans les hauts fourneaux.
Laminage. Extension et compression du fer entre les rouleaux d'un laminoir.
Languette. Fer aplati et doublé pour la fabrication de la tôle.
Lanterne. Sorte de pignon à fuseaux.
Laverie. Cribles placés en gradins les uns au-dessus des autres.
Liteaux. Tringles horizontales qui en retiennent d'autres.
Lopin. Masse de fer informe ou de fonte.
Longrines. Barres de fonte soutenant les marates d'un fourneau.
Lotir un minerai. En prendre de petites quantités dans des endroits divers pour obtenir une moyenne de la qualité.
Loupe. Masse de fonte.

M

Macérer. Tenir la fonte en bain pendant quelque temps.
Manganésée ou *manganésifère*. Fonte qui contient du manganèse.



Maillon. Coulant en fer qui fait mouvoir les tenailles dans les tréfileries.

Manicordon. Fil-de-fer très-fin.

Manigaux. Bascules des soufflets.

Manivelle ou *Manette.* Levier pour faire tourner une roue, un arbre.

Mantonnet. Partie des soufflets sur lesquelles les cames agissent soit en pesant dessus, soit en la relevant.

Manture. Fil-de-fer brûlé par places, chauffé inégalement.

Maquette. Barre de fer forgée par le milieu et destinée à un emploi ultérieur.

Marates. Pièces de fonte qui forment le plafond des embrasures des fourneaux.

Marchandes. Fontes qui ne sont pas destinées à être converties en fer.

Maréchal-fer. Bonne qualité de fer marchand.

Marschal. Acier.

Martinet. Gros marteau, usine où l'on martine le fer; d'où *martiner* et *martineur*, celui qui martine.

Masse. Marteau à deux têtes (*Voy.* pag. 143).

Massé. Espèce de loupe.

Masseau. Lopin déjà cinglé.

Masselet. Lopin; petite loupe.

Masselotte. Excès de fonte dans la coulée; elle sert à comprimer le métal et à prévenir les soufflures.

Masset. Petite loupe.

Matte. Première fonte impure

Mazéage. Méthode nivernaise d'affiner le fer.

Mazeau. Résultat du mazéage.

Mazelle. Fonte coulée à la Bergamasque.

Mazer. Couler la fonte en plaques.

Mazerie. Lieu où l'on maze.

Méplat. Fer plus large du double au moins que son épaisseur.

Mettre hors. Eteindre le fourneau.

Mine alumineuse, calcaire, chaude ou corrosive.

Minette. Mine en poussière.

Mise ou *Metture.* Pièce d'acier soudée avec le fer.

Modérateur. Trou rond fermé par une cheville, situé près de la têtière des soufflets que l'on ouvre pour modérer la force du vent.

Moine. Défaut, fente dans le fer.

Mouffle. Disposition dans le fourneau pour que les corps à chauffer ne soient pas en contact avec le charbon.

Moulage en sable, en terre à découvert.

Mouton. Machine à compression.

Moyenne. Fer aplati de 11 centimètres sur 15 mill. d'épaisseur.

Munz-stahl. Acier employé pour les coins des monnaies.

Mureau. Massif qui contient la tuyère.

Museau de la tuyère. Partie qui fait saillie dans le fourneau.

N

Nasse du four de fenderie. Petit conduit pratiqué dans le fond du fourneau pour y mettre les longues barres.

Nez de la tuyère. Tuyau de scories ou de fer qui s'attache à la tuyère.

Nerf du fer. Filaments formés par le martelage.

Noir ployant. Tache brune du fer qui indique qu'il est ductile.

O

Oreilles des soufflets, oreillon. (*Voy.* page 48.)

Osmund. Fer de Suède.

P

Pages de la tympe. Poids qui appuient le bout de la tympe du côté extérieur de l'ouvrage et qui servent de point d'appui aux ringards.

Paille (*moulage*), employée comme évent pour les moules.
Paille de fer. Lamelles qui se détachent et s'opposent au soudage.
Pamer. Défaut dans l'acier qui se décarbonise lorsqu'on le forge.
Panne. Partie supérieure du marteau opposée à la tête.
Paquet (*Tremper en*). *Voy.* page 254.
Parer le fer. Dresser ses faces avec le marteau.
Passe-partout. Barre plate, servant à comprimer le sable dans les moules.
Passe-perle. (Voy. page 211).
Patouillet. Machine pour laver les minerais.
Pavillon de la tuyère. L'ouverture extérieure du côté du porte-vent.
Pièce. Nom de la loupe lorsqu'elle a été cinglée.
Pisé. Maçonnerie en terre battue et comprimée.
Planer le fer. Le rendre plat à coups de marteau.
Platine. Fer martelé en feuilles.
Platiner. Martelage que l'on fait subir au fer que l'on destine aux tôles ou aux casses.
Plié. Morceau de fer plié en deux pour platiner deux tôles à la fois.
Plombagine. Sur-carbure de fer.
Plume-sœuil. Pièces de bois destinées à supporter les empoises sur lesquelles tournent les tourillons des arbres.
Porte-vent. Tuyau pour conduire le vent des soufflets aux tuyères.
Poule. (Voy. *Acier.*)
Poulette. Minerai de fer en grains, de l'île d'Elbe.
Pyrites martiales. Combinaison de soufre et de fer.
Pyromètre. Instrument pour mesurer les hautes températures.

R

Rable. Instrument en fer ou en bois pour remuer et étendre les matières.

Raffinage. Purification du métal.

Ranguette ou *Rangette.* Tôle de grande dimension.

Rauhstahl. Acier brut.

Recingler. Cingler une seconde fois.

Recuit. chauffer le fer ou l'acier pour les rendre plus mous.

Réduction. Désoxydation des minerais. — Conversion en régule ou métal pur.

Registre. Ouverture faite aux fourneaux à réverbère et garnie d'un obturateur pour varier les courants d'air.

Régulateur. (Voy. Ventimètre *pag.* 74.)

Régule de fer. Fonte, fer cru.

Renard. Fonte affinée dans le creuset des hauts-fourneaux.

— Loupe formée dans une renardière.

— Pièce cinglée.

Renardière. Fourneau d'affinerie dans lequel on fond la mine et l'on chauffe les lopins, tout à la fois.

Rétreindre. Diminuer le diamètre d'un cercle, ou d'un vase en le martelant.

Revenir. L'action de remettre au feu l'acier trempé dans toute sa force pour le ramener au degré de dureté voulu.

Riblons. Fer ou acier gercé. On dit aussi *roublons.*

Ringard. Barre de fer pour manœuvrer le feu.

Roche. Sorte de fer.

Roerbrecht. Fer rouverin.

Rose de l'acier. Tache couleur d'iris dans la cassure des barres d'acier de forge.

Rouge d'Angleterre. Tritoxyde de fer, employé pour polir.

Rouverin. Défaut daus le fer. Le fer rouverin se brise quand on le forge à chaud.

S

Saumon. Fonte de fer en prismes, de deux à cinq quintaux.

Scharz-stahl. Acier pour les tranchants des taillandiers.

Scories. Verres terreux, tenant plus ou moins de fer en dissolution.

Semelle. Morceau de fer préparé pour être converti en tôle.

Servante ou *Coulant.* Anneau pour tenir les tenailles fermées. (*Voy.* d'ailleurs *Chambrière*, et page 26.)

Sole. Grosse pierre placée au fond des fourneaux.

Solière. Fer aplati en verge carrée de $0^m.122$ de largeur sur $0^m.012$ ou 13 d'épaisseur.

Sornes. Masses qui restent dans les foyers après qu'on a cessé le travail.

Souchons. Petites barres de fer de 11 centimètres environ de largeur sur 4 d'épaisseur.

Spatule. Barre de fer aplatie par un bout.

Stock. Gros billot sur lequel on pose l'enclume.

Stratification. Disposition par lits superposés.

Stuck. Masse de fonte retirée du traitement des minerais par une méthode particulière.

Suer le fer. Lui donner une chaude complète. On le surchauffe en lui donnant une chaude forcée qui le fond en oxyde de fer.

T

Tabarin. Morceau de bois qui forme la clef de la charpente de la droine.

Tenelles. Petites tenailles.

Têtière. Masse carrée dans laquelle est percée l'ouverture qui transmet le vent des soufflets aux porte-vents.

Tirants. Grandes barres de fer servant à consolider les murs.

Tirerie. Usine où l'on fabrique le petit fil-de-fer, ordinairement tiré à la main.

Toiles. Bavures de la fonte coulée en moule.

Tôle. Fer aplati en feuilles, — à cric, — à enseigne, — à étrille, — à palastre, — à réchaud, — à serrure.

Tôlerie. Usine où l'on fabrique la tôle, — l'ensemble des ouvrages exécutés en tôle.

Tourbe. Combustible formé de végétaux enfouis, — bourbeuse, — de poix, — des gazons, — des marais, — sèche, etc.

Trémie. Pyramide creuse, renversée, formant entonnoir.

Tréfilerie. Usine où l'on fabrique le gros fil-de-fer.

Tremper. (Voy. page 232.)

Trousse. Réunion de lames de métal destinées à être chauffées, soudées, martelées et forgées ensemble.

Tuyère. (Voy. page 7.)

Tympe. Plate-bande qui soutient la maçonnerie au-dessus de l'ouverture par laquelle les scories coulent dans le devant des hauts fourneaux.

V

Valonne. Sorte d'affinage du fer.

Verges crénelées. Petites verges de fer qui conservent encore l'empreinte des coups de marteaux, et que l'on emploie en clouterie et dans les tréfileries.

Verges de fenderie. Fers aplatis sous les espatars et coupés dans les fenderies, — fer refendu.

Vide (Aller à). C'est frapper sur l'enclume après que la pièce à forger est tombée.

Vitrière. Fer en bandelettes très-minces.

Vives fontes. Fontes très-coulantes.

Volant d'un soufflet. On dit aussi *battant*, c'est la planche mobile en dessous du diaphragme qui forme le ventilateur.

W

Wootz. Acier naturel de l'Inde.

RENVOI DES FIGURES AU TEXTE.

(1) Erratum : Page 7 du texte, 6e avant-dernière ligne : fig. 77, lisez fig. 7.

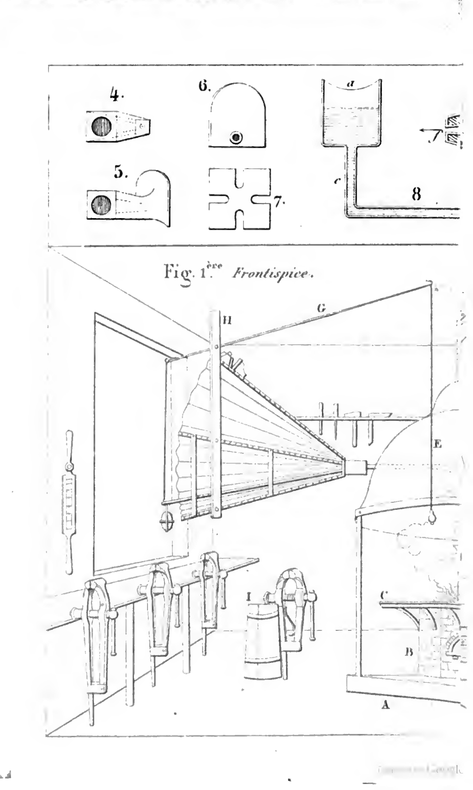
(1) Page 93, ligne 1re, supprimez la mention des fig. 88, 89, 90, 91, inutilement répétée.

FIN

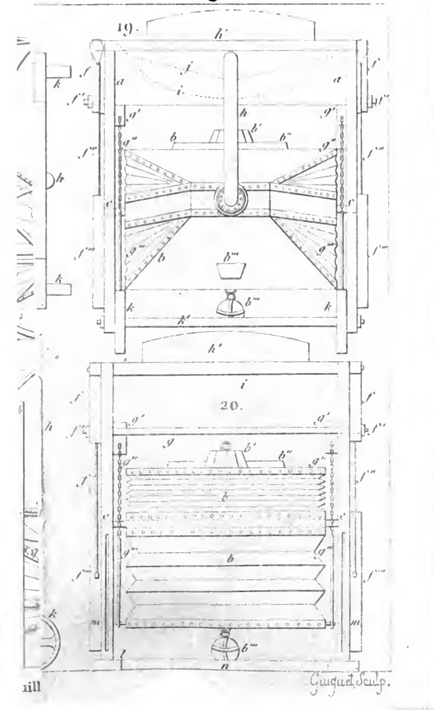
FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

BAR-SUR-SEINE. — IMP. DE SAILLARD.




4.
5.
6.
7.
a
c
8
7
Fig. 1.ère Frontispice.
G
H
E
C
B
A
I

288 a



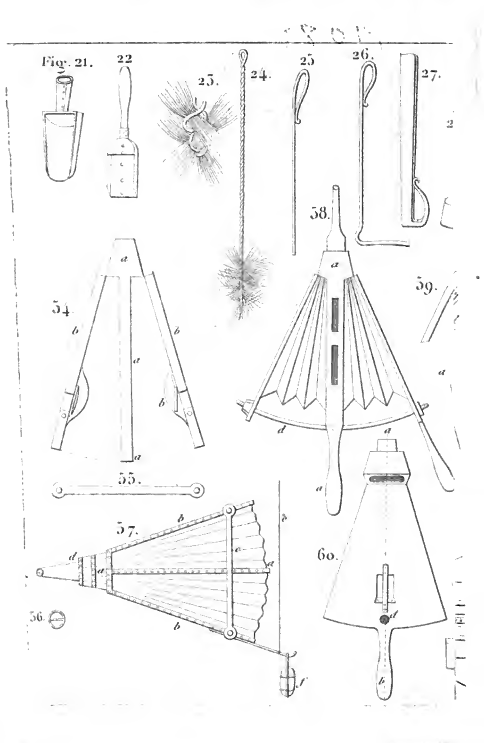
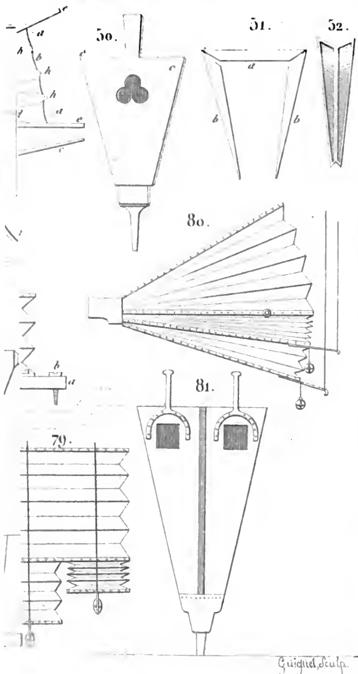
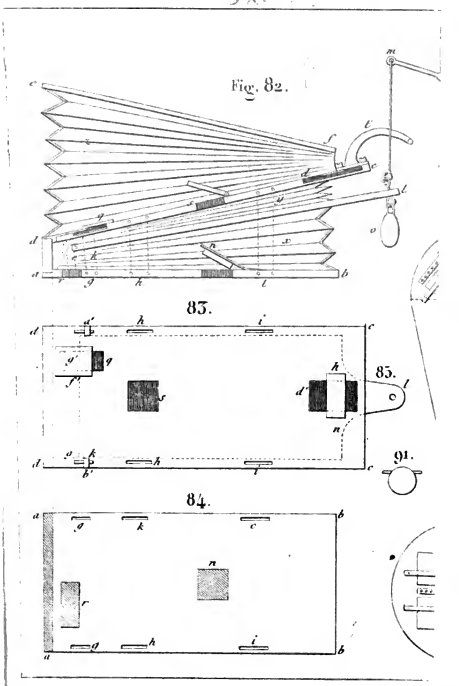


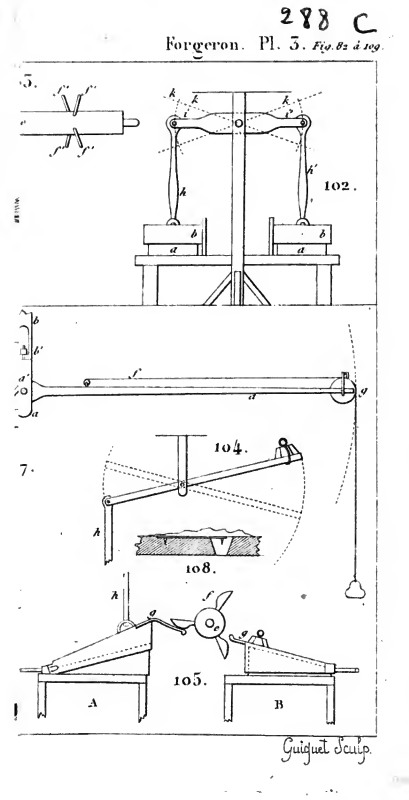
Fig. 21.
22
23.
24.
25
26.
27.
58.
54.
55.
57.
56.
59.
60.

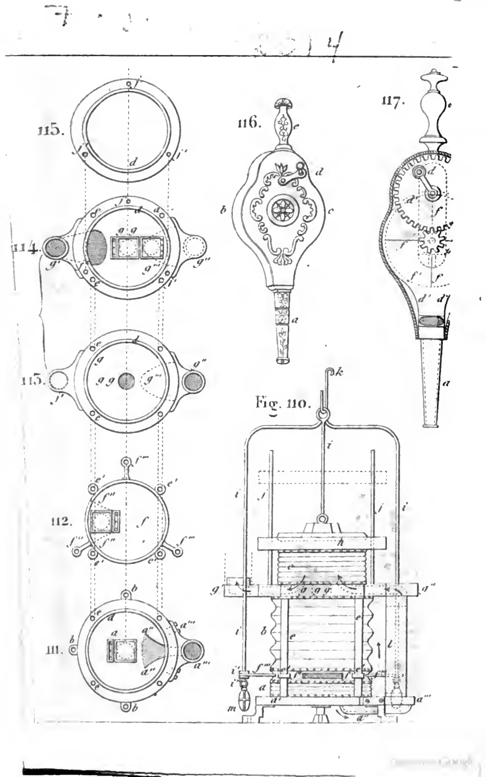
288 b

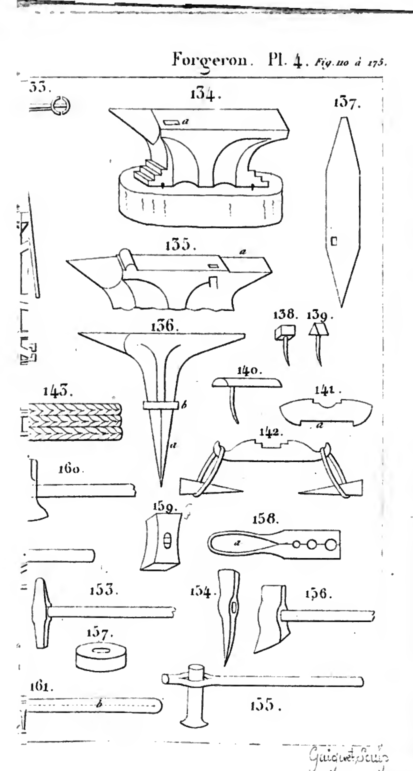


Guiguet Sculp.


Fig. 82.
83.
85.
91.
84.


102.
104.
108.
105.
A
B
Guiguet Sculp.


115.
116.
117.
114.
113.
Fig. 110.
112.
111.



Guiguet Sculp.



ENCYCLOPÉDIE-RORET.

COLLECTION

DES

MANUELS-RORET

FORMANT UNE

ENCYCLOPEDIE

DES SCIENCES ET DES ARTS,

FORMAT IN-18;

Par une réunion de Savans et de Praticiens;

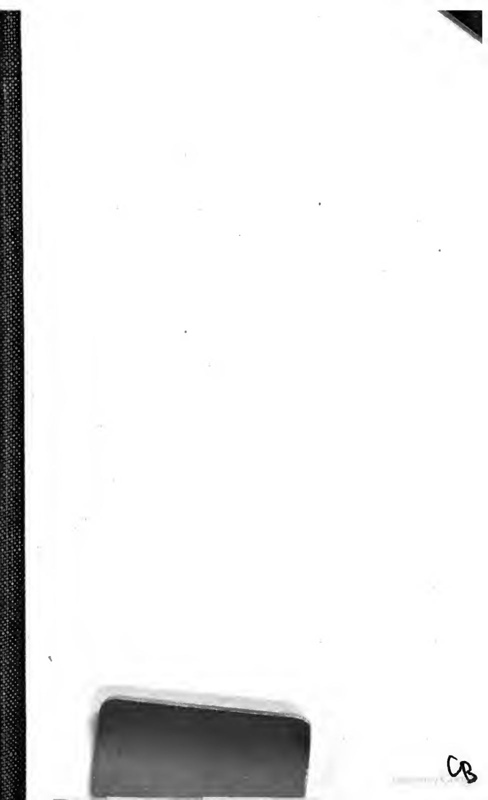
MESSIEURS

AMOROS, ARSENNE, BIOT, BIRET, BISTON, BOISDUVAL, BOITARD, BOSC, BOUTEREAU, BOYARD, CAHEN, CHAUSSIER, CHEVRIER, CHORON, CONSTANTIN, DE GAYFFIER, DE LAFAGE, P. DESORMEAUX, DUBOIS, DUJARDIN, FRANCOEUR, GIQUEL, HERVÉ, HUOT, JANVIER, JULIA-FONTENELLE, JULIEN, LACROIX, LANDRIN, LAUNAY, LEDHUY, Sébastien LENORMAND, LESSON, LORIOL, MATTER, MIRÉ, MULLER, NICARD, NOEL, Jules PAUTET, RANG, RENDU, RICHARD, RIFFAULT, SCRIBE, TARBÉ, TERQUEM, THIÉBAUT DE BERNEAUD, THILLAYE, TOUSSAINT, TREMERY, TRUY, VAUQUELIN, VERDIER, VERGNAUD, YVART, etc.

Tous les Traités se vendent séparément, 300 volumes environ sont en vente; pour recevoir franc de port chacun d'eux, il faut ajouter 50 centimes. Tous les ouvrages qui ne portent pas au bas du titre *à la Librairie Encyclopédique de Roret* n'appartiennent pas à la *Collection de Manuels-Roret*, qui a eu des imitateurs et des contrefacteurs (M. Ferd. *Ardant*, gérant de la maison *Martial Ardant frères*, à Paris, et M. *Renault* ont été condamnés comme tels.)

Cette Collection étant une entreprise toute philantropique, les personnes qui auraient quelque chose à nous faire parvenir dans l'intérêt des sciences et des arts, sont priées de l'envoyer franc de port à l'adresse de M. le *Directeur de l'Encyclopédie-Roret, format in-18*, chez M. RORET, libraire, rue Hautefeuille, n. 12, à Paris.

— *Imp. de Pommeret et Moreau*, 17, *quai des Augustins*. —


CB

